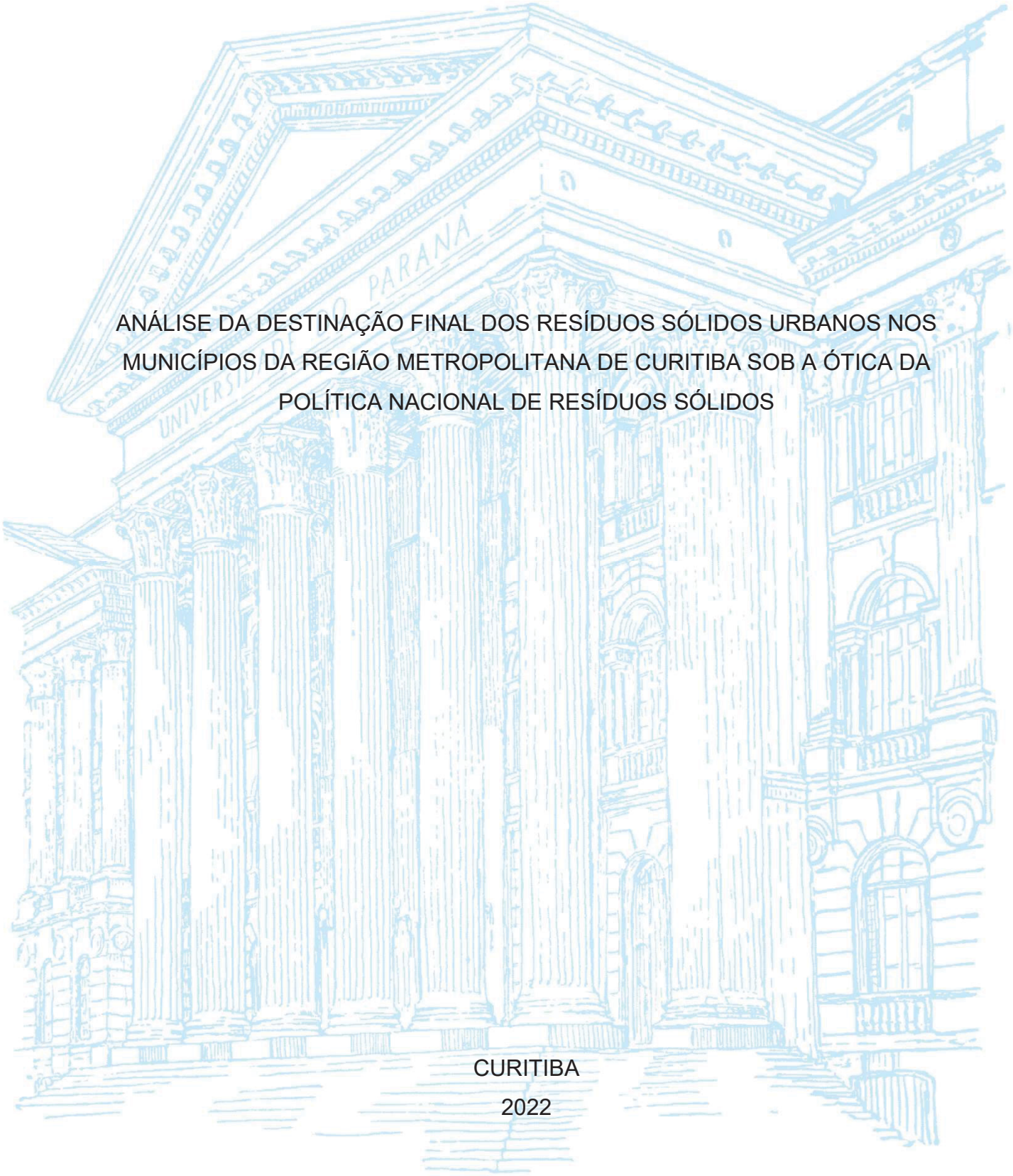
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

KELLEEN GRACE ROMANINI PACE



ANÁLISE DA DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA SOB A ÓTICA DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

CURITIBA

2022

KELLEEN GRACE ROMANINI PACE

ANÁLISE DA DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA SOB A ÓTICA DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Meio Ambiente Urbano e Industrial, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), em parceria com a Universidade de Stuttgart e o Sistema Nacional de Aprendizagem Industrial do Paraná (SENAI), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Meio Ambiente Urbano e Industrial.

Orientadora: Profa. Dra. Myriam Lorena Melgarejo Navarro Cerutti

CURITIBA

2022

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Pace, Kelleen Grace Romanini.
Análise da destinação final dos resíduos sólidos urbanos nos municípios da região metropolitana de Curitiba sob a ótica da política nacional de resíduos sólidos. / Kelleen Grace Romanini Pace. – Curitiba, 2022.
1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente Urbano e Industrial; Universidade de Stuttgart e SENAI-PR.
Orientadora: Profa. Dra. Myriam Lorena Melgarejo Navarro Cerutti.

1. Meio ambiente. 2. Resíduos sólidos. 3. Região metropolitana de Curitiba. 4. Desenvolvimento urbano. I. Cerutti, Myriam Lorena Melgarejo Navarro. II. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente Urbano e Industrial. IV. Universidade de Stuttgart. V. SENAI-PR. VI. Título.

Bibliotecário: Nilson Carlos Vieira Júnior CRB-9/1797

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MEIO AMBIENTE
URBANO E INDUSTRIAL - 40001016057P5

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação MEIO AMBIENTE URBANO E INDUSTRIAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **KELLEEN GRACE ROMANINI PACE** intitulada: **ANÁLISE DA DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA SOB A ÓTICA DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS** , sob orientação da Profa. Dra. MYRIAM LORENA MELGAREJO NAVARRO CERUTTI, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 29 de Março de 2022.

Assinatura Eletrônica
05/04/2022 17:05:26.0
MYRIAM LORENA MELGAREJO NAVARRO CERUTTI
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
05/04/2022 13:56:03.0
ALVARO LUIZ MATHIAS
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica
05/04/2022 15:00:26.0
ANA PAULA MYSZCZUK
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ)

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.
Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 171879
Para autenticar este documento/assinatura, acesse https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp e insira o codigo 171879

Dedico este trabalho a todos os pesquisadores de meio ambiente e políticas públicas que contribuem para um mundo melhor.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais pela confiança no meu progresso e pelo apoio emocional.

Ao meu marido que sempre esteve presente nos momentos difíceis com palavras de incentivo e na ajuda com a minha apresentação.

Ao meu irmão pela atenção dedicada quando sempre precisei e pelo design e pela arte na minha dissertação e na minha apresentação.

À minha orientadora pela paciência e dedicação em ensinar e me orientar neste trabalho e sempre me fazer pensar e questionar sobre o tema do meu trabalho de pesquisa.

Aos professores do programa de pós-graduação em Meio Ambiente Urbano e Industrial da UFPR que tanto se dedicaram, mesmo durante a pandemia com todas as dificuldades que nos acometeram.

Ao ensino público da UFPR por permitir meus estudos de forma gratuita e me incentivar na busca do conhecimento.

“O início da sabedoria é a admissão da própria ignorância.
Todo o meu saber consiste em saber que nada sei. ”
(Sócrates)

RESUMO

A gestão dos resíduos sólidos urbanos tem a função de reduzir a geração de resíduos e o consumo de recursos naturais, mitigando os problemas ambientais por eles gerados. Este trabalho tem como objetivo analisar a aplicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos nos municípios da Região Metropolitana de Curitiba, no estado do Paraná, desde 2010 até 2020, em relação a destinação final dos resíduos sólidos urbanos como reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e aproveitamento energético, e sua disposição final ambientalmente adequada. A crescente geração de resíduos sólidos urbanos tem preocupado governos locais e organismos internacionais, que através de implantações de políticas públicas visam uma gestão integrada dos RSU. Para estabelecer princípios, objetivos e diretrizes relativos à gestão integrada e ao gerenciamento dos resíduos sólidos foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos, através da Lei nº 12.305, de 2010. No Paraná, a região mais populosa é a Região Metropolitana de Curitiba que gera um terço dos RSU do estado. A região metropolitana é composta de 29 municípios, 23 fazem parte do Consórcio Intermunicipal para Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (CONRESOL), e 6 municípios não integram o consórcio e realizam uma gestão independente dos RSU. Foi realizada através de uma abordagem quantitativa, qualitativa e bibliográfica a caracterização da Região Metropolitana de Curitiba, o levantamento da gestão, da destinação e da disposição final de resíduos sólidos nesses municípios, com um comparativo da população, do Índice de Desenvolvimento Urbano (IDH), da quantidade de resíduos gerados total e per capita, dos resíduos recicláveis e da distância até a disposição final, e também o cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos, através da existência dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos ou Planos de Saneamento Básico, e qual a destinação e a disposição final adotadas. A disposição final de RSU dos municípios que integram o CONRESOL é em aterro sanitário e conta com programas de coleta seletiva para reciclagem. Os 6 municípios que fazem individualmente sua gestão dos resíduos, 3 ainda dispõem em lixões, e os outros 3 dispõem em aterros sanitários. Os municípios não têm iniciativa de compostagem, recuperação e aproveitamento energético de seus resíduos e não há campanhas educativas que incentivem essas práticas nem a separação dos resíduos recicláveis. Há problemas com o fornecimento de alguns dados, pois não são disponibilizados de forma pública e transparente, dificultando o controle por parte da sociedade. Após 10 anos da implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos houve pouca melhora na gestão dos RSU devido ao crescente número de resíduos gerados total e per capita, e a não realização de compostagem, recuperação e aproveitamento energético. As campanhas de educação ambiental para incentivar a população a reduzir a geração de RSU e a separar os resíduos e minimizar o impacto ambiental causado pelos RSU ainda são ineficazes.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos Urbanos. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Destinação Final. Região Metropolitana de Curitiba.

ABSTRACT

The management of urban solid waste has the function of reducing the generation of waste and the consumption of natural resources, mitigating the environmental problems generated by them. This work aims to analyse the application of the National Solid Waste Policy in the municipalities of the Metropolitan Region of Curitiba, in the state of Paraná, from 2010 to 2020, in relation to the final destination of urban solid waste such as reuse, recycling, composting, recovery and energy use, and its environmentally appropriate final disposal. The growing generation of urban solid waste has concerned local governments and international organizations, which through the implementation of public policies aim at an integrated management of MSW. In order to establish principles, objectives and guidelines related to the integrated management and management of solid waste, the National Solid Waste Policy was instituted, through Law No. 12,305, of 2010. In Paraná, the most populous region is the Metropolitan Region of Curitiba, which generates one-third of the state's MSW. The metropolitan region is made up of 29 municipalities, 23 are part of the Intermunicipal Consortium for Urban Solid Waste Management (CONRESOL), and 6 municipalities are not part of the consortium and carry out an independent management of MSW. Through a quantitative, qualitative and bibliographic approach, the characterization of the Metropolitan Region of Curitiba, a survey of the management, destination and final disposal of solid waste in these municipalities, with a comparison of the population, the Urban Development Index (HDI), the amount of total and per capita waste generated, recyclable waste and the distance to the final disposal, and also compliance with the National Solid Waste Policy, through the existence of Municipal Integrated Solid Waste Management Plans or Basic Sanitation Plans, and which destination and final disposal are adopted. The final disposal of MSW in the municipalities that are part of CONRESOL is in sanitary landfills and has selective collection programs for recycling. Of the 6 municipalities that individually manage their waste, 3 still dispose of it in dumps, and the other 3 dispose of it in sanitary landfills. Municipalities do not have an initiative for composting, recovery and energy use of their waste and there are no educational campaigns that encourage these practices or the separation of recyclable waste. There are problems with the provision of some data, as they are not publicly and transparently available, making it difficult for society to control. Ten years after the implementation of the National Solid Waste Policy, there was little improvement in the management of MSW due to the growing number of total and per capita waste generated, and the failure to carry out composting, recovery and energy use. Environmental education campaigns to encourage the population to reduce the generation of MSW and to separate waste and minimize the environmental impact caused by MSW are still ineffective.

Keywords: Urban solid waste. National Solid Waste Policy. Final destination. Metropolitan Region of Curitiba.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – POPULAÇÃO TOTAL DO BRASIL EM 2010 E 2018 (a) (milhões de habitantes) e GERAÇÃO TOTAL DE RSU NO BRASIL (b) (milhões de toneladas) 25
FIGURA 2 – GERAÇÃO PER CAPITA (KG/HAB/ANO) 2010 E 2018.....25
FIGURA 3 – GERAÇÃO PER CAPITA RSU SUDESTE (KG/HAB/ANO).....26
FIGURA 4 – GERAÇÃO PER CAPITA RSU SUL (KG/HAB/ANO).....26
FIGURA 5 – POPULAÇÃO TOTAL DO PARANÁ 2010 E 2018 (a) (MILHÕES DE HABITANTES) E GERAÇÃO DE RSU TOTAL DO PARANÁ 2010 E 2018 (b) (MILHÕES DE TONELADAS).....27
FIGURA 6 – GERAÇÃO DE RSU PER CAPITA NO PARANÁ (KG/HAB/ANO).....28
FIGURA 7 – POPULAÇÃO TOTAL DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA 2010 E 2020 (MILHÕES DE HABITANTES).....29
FIGURA 8 – ÍNDICE DE COBERTURA DE COLETA DE RSU NO BRASIL.....33
FIGURA 9 – DESTINAÇÃO FINAL DOS RSU NO BRASIL EM 2010 E 2018.....34
FIGURA 10 – CHORUME PROVENIENTE DE LIXÃO 37
FIGURA 11 – LINHA DO TEMPO DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL 39
FIGURA 12 – MAPA DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA.....53
FIGURA 13 – MAPA DOS MUNICIPIOS QUE FAZEM PARTE DA CONRESOL 2020 61
FIGURA 14 – SITUAÇÃO DA GESTÃO E DISPOSIÇÃO DOS RSU NA RMC.....62
FIGURA 15 – SITUAÇÃO DA DISPOSIÇÃOFINAL DOS RSU NOS MUNICÍPIOS QUE NÃO INTEGRAM O CONSÓRCIO.....63
FIGURA 16 – IDH DOS MUNICIPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA 72

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – DESTINAÇÃO FINAL RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS MUNDIAL .23
QUADRO 2 – MATRIZ DE RESPONSABILIDADES PARA ELIMINAÇÃO DOS LIXÕES E ATERROS CONTROLADOS DO PLANO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS 49

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – COMPOSIÇÃO DOS RESÍUOS SÓLIDOS URBANOS CONRESOL - 2017 31
TABELA 2 – LEGISLAÇÃO APLICADA 45
TABELA 3 – SITUAÇÃO DA DISPOSIÇÃO FINAL DE RSU DOS MUNICÍPIOS E ANO QUE ADERIRAM AO CONRESOL 64
TABELA 4 – POPULAÇÃO RESIDENTE, POPULAÇÃO URBANA E TAXA DE URBANIZAÇÃO 69
TABELA 5 – IDH, POPULAÇÃO URBANA E TAXA DE URBANIZAÇÃO 71
TABELA 6 – QUANTIDADE DE RESÍDUOS GERADOS E GERAÇÃO PER CAPITA DE 2011 E 2018 DOS MUNICÍPIOS INTEGRANTES DO CONRESOL 74
TABELA 7 – QUANTIDADE DE RESÍDUOS GERADOS E GERAÇÃO PER CAPITA DE 2013 E 2017 DOS MUNICÍPIOS NÃO INTEGRANTES DO CONRESOL 76
TABELA 8 – TAXA DE UBANIZAÇÃO E GERAÇÃO PER CAPITA 78
TABELA 9 – QUANTIDADE DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS GERADOS E RESÍDUOS RECICLÁVEIS GERADOS PER CAPITA NOS MUNICÍPIOS DA RMC 81
TABELA 10 – GERAÇAO DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS E DE RESÍDUOS TOTAIS EM CURITIBA 84
TABELA 11 – ETAPAS PREVISTAS NA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS 85
TABELA 12 – DISTÂNCIA DO CENTRO URBANO ATÉ LOCAL DE DISPOSIÇÃO FINAL 88
TABELA 13 – SITUAÇÃO DOS PLANOS MUNICIPAIS DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS OU PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO 93

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
COMEC	- Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba
CONRESOL	- Consórcio Intermunicipal para Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos
FUNASA	- Fundação Nacional de Saúde
IAT	- Instituto de Água e Terra
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	- Índice de Desenvolvimento Humano
IPARDES	- Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
IPEA	- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPPUC	- Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba
MDR	- Ministério do Desenvolvimento Regional
MMA	- Ministério do Meio Ambiente
NBR	- Norma Técnica Brasileira
NUC	- Núcleo Urbano Central
ONU	- Organização das Nações Unidas
PGIRS	- Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PMGIRS	- Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PMGRCC	- Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PNEA	- Política Nacional de Educação Ambiental
PNMC	- Política Nacional sobre Mudança do Clima
PNRS	- Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNSB	- Política Nacional de Saneamento Básico
PNUD	- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PSB	- Plano de Saneamento Básico
RMC	- Região Metropolitana de Curitiba
RSU	- Resíduos Sólidos Urbanos
SEIRSU	- Sistema Estadual de Informações sobre Resíduos Sólidos
SINIR	- Sistema Nacional de Informações sobre Resíduos
SISNAMA	- Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNIS	- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 16
1.1 OBJETIVOS 18
1.1.1 Objetivo Geral 18
1.1.2 Objetivos Específicos 18
2 REVISÃO DE LITERATURA E DOCUMENTAL 20
2.1 DEFINIÇÕES 20
2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS NA HISTÓRIA 21
2.3 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS 23
2.3.1 Geração 23
2.3.2 Coleta 32
2.3.3 Destinação Final 33
2.4 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL 34
2.5 ASPECTOS LEGAIS E SUA IMPORTÂNCIA 38
2.6 POLÍTICAS PÚBLICAS E A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS 45
3 METODOLOGIA 50
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA 51
3.2 SITUAÇÃO DA GESTÃO E DA DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA 51
3.3 COMPARATIVO DOS MUNICÍPIOS DA RMC 52
3.3.1 População 53
3.3.2 IDH – Índice de Desenvolvimento Humano 54
3.3.3 Quantidade de Resíduos Gerados Total e Per Capita 55
3.3.4 Resíduos Recicláveis 55
3.3.5 Distância até a Disposição Final 56
3.4 VERIFICAÇÃO DO CUMPRIMENTO DA PNRS 56
3.4.1 Grupo de Municípios Consorciados 56
3.4.2 Grupo de Municípios Não Consorciados 57
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 59
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA 59
4.2 SITUAÇÃO DA GESTÃO E DA DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA 62
4.3 COMPARATIVO DOS MUNICÍPIOS DA RMC 67

4.3.1 População 68
4.3.2 IDH – Índice de Desenvolvimento Humano.....70
4.3.3 Quantidade de Resíduos Gerados Total e Per Capita 73
4.3.4 Resíduos Recicláveis 79
4.3.5 Distância até a Disposição Final 86
4.4 RESULTADO DA VERIFICAÇÃO DO CUMPRIMENTO DA PNRS 89
4.4.1 Resultado do Grupo de Municípios Consorciados 90
4.4.2 Resultado do Grupo de Municípios não Consorciados.....94
5 CONCLUSÕES 97
REFERÊNCIAS.....101

1 INTRODUÇÃO

A produção de resíduos faz parte da existência humana segundo Eigenheer (2009), tanto nas residências, como na indústria ou no comércio. O indivíduo e as organizações produtivas descartam o que não utilizam, gerando um volume de resíduos que cresce em razão do desenvolvimento econômico, do aumento da população, e consequente expansão dos centros urbanos, do consumo e da industrialização.

Tendo em vista a crescente geração de resíduos sólidos urbanos e o aumento dos gases do efeito estufa, os governos de vários países, conforme visto no Acordo de Paris, têm mostrado grande preocupação com a mudança climática ocasionada por esses fatores, sendo fundamental algumas ações para conter essas mudanças como meio de sobrevivência. (UN, 2015).

De acordo com o Panorama de Resíduos Sólidos do Brasil, realizado pela Associação Brasileira de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), em 2019, houve um aumento na geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil. Uma tendência semelhante de aumento na geração de resíduos foi observada em âmbito mundial, que de acordo com o relatório do Banco Mundial de 2018, “What a Waste 2.0”, indica um aumento de 70% na produção global dos resíduos sólidos urbanos até 2050. (WORLD BANK, 2018).

Em comparação a outros países em desenvolvimento, o Brasil gera uma quantidade maior de resíduos sólidos urbanos, porém o descarte ainda conta com uma disposição final ambientalmente inadequada em muitos municípios e uma reciclagem pouco expressiva, apenas 2,85% do total de resíduos coletados em 2020 foram para reciclagem, em relação ao total de RSU dos municípios participantes do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), de acordo com o Diagnóstico de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos elaborado pelo Ministério do Desenvolvimento Regional. (BRASIL, 2020d).

Os efeitos ambientais causados por este cenário no Brasil vão desde poluição atmosférica, aumento nas emissões dos gases do efeito estufa, contaminação do solo e das águas subterrâneas pela percolação e lixiviação do chorume, aumento de doenças e até aumento de incêndios causados pela combustão dos gases que são gerados pela decomposição dos resíduos gerando mais gases do efeito estufa, que persistem na natureza por muitos anos. (BRASIL, 2012).

Todos esses efeitos causados no meio ambiente provocam uma mudança climática, que nada mais é que a mudança das condições médias do clima em um lugar ao longo de muitos anos. Essas alterações são causadas pelo acúmulo e persistência de gases, como o dióxido de carbono e metano. No Brasil, uma das principais fontes de emissão do gás metano, CH_4, são a agropecuária, 73,56%, e os resíduos sólidos, 10,60%. (OC, 2019).

Soluções para tratamento de resíduos sólidos urbanos já foram descobertas e estão sendo implementadas. Entretanto, para que a haja uma mudança de comportamento e uma conscientização da população, a mudança deve iniciar nas legislações, nos regulamentos e nos princípios de preservação ambiental do país para que se tenha um resultado eficaz. A efetivação e a aplicabilidade dessas medidas em âmbito nacional, estadual e municipal dependem das políticas públicas adotadas e da fiscalização do seu cumprimento. (BRASIL, 2018a).

Quando os resíduos sólidos são dispostos em terrenos, como nos lixões onde há pouco ou nenhum preparo da área que será destinada ao resíduo, a matéria orgânica naturalmente se decompõe, o que possibilita a disseminação de doenças. Mihelcic e Zimmerman (2012) ressaltam que os resíduos dispostos no solo contém substâncias químicas que aumentam os riscos ambientais de emissões de poluentes atmosféricos, de contaminação do solo e de corpos hídricos.

Segundo Pearce (2000) regulamentos e políticas públicas podem ser decisivos para a redução das emissões dos gases do efeito estufa. Na literatura constam exemplos descritos que após a implantação de uma política pública de adequação da destinação final dos resíduos sólidos resultaram em incentivos à reciclagem e compostagem, redução da quantidade de resíduos destinados aos aterros e das emissões de dióxido de carbono e metano.

Nessa direção, em 2010, foi publicada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), através da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que estabelece diretrizes e objetivos para regulamentar o tratamento que deve ser adotado para os resíduos sólidos urbanos, mostrando uma preocupação para essa problemática. (BRASIL, 2010).

No Art.10 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, instituiu que é de responsabilidade dos municípios e do Distrito Federal a gestão integrada dos resíduos sólidos gerados nos respectivos territórios, trazendo para a administração local as

obrigações necessárias para a gestão integrada dos resíduos sólidos. (BRASIL, 2010).

Com uma boa gestão municipal dos resíduos sólidos é possível construir uma cidade sustentável e habitável, trazendo não apenas soluções técnicas, mas também impactos positivos diretos na saúde pública, na segurança, na geração de empregos e no meio ambiente. (GUPTA et. al. 2007).

Considerando a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, foram instituídos alguns objetivos como proteção da saúde pública e da qualidade ambiental, reforçando a necessidade do encerramento dos lixões. O poder público, por meio da implantação dessa política pública, produz uma orientação eficiente e segura para a elaboração e aplicação dos seus planos estaduais e municipais de resíduos sólidos. (BRASIL, 2020c).

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, o poder público, o setor empresarial e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar o seu cumprimento, das diretrizes e demais determinações estabelecidas nessa política pública e seu regulamento. (BRASIL, 2010).

A destinação final dos RSU na Região Metropolitana de Curitiba atende a Política Nacional de Resíduos Sólidos em relação a reciclagem, compostagem, aproveitamento energético e disposição final ambientalmente adequada?

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar a aplicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos nos municípios da Região Metropolitana de Curitiba, no estado do Paraná, desde 2010 até 2020, levando em consideração a destinação final dos resíduos sólidos urbanos.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar um levantamento da situação da gestão e da destinação final de resíduos sólidos nos municípios da Região Metropolitana de Curitiba.
- Comparar a gestão e a destinação final de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) entre os municípios da Região Metropolitana de Curitiba, levando em

consideração a população, o IDH (Índice de Desenvolvimento Urbano), a quantidade de resíduos gerados total e per capita, resíduos recicláveis e a distância até a disposição final.

- Verificar a existência de Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos ou Plano de Saneamento Básico e o cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos.
- Analisar as possíveis causas para o não cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

2 REVISÃO DE LITERATURA E DOCUMENTAL

Na revisão da literatura estão contempladas as definições, a história dos resíduos sólidos, a gestão dos resíduos sólidos urbanos, a problemática ambiental, seus aspectos legais, e como a política pública e a gestão dos resíduos sólidos urbanos estão interligadas.

Na revisão documental será contemplado o cenário dos resíduos sólidos urbanos tanto no Paraná como na Região Metropolitana de Curitiba.

2.1 DEFINIÇÕES

Resíduos sólidos urbanos são todo e qualquer lixo ou refugo, material descartado resultante de processos industriais, comerciais, operações agrícolas e comunitárias, e qualquer atividade doméstica. (EPA, 2020).

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, em seu Art.3º, inciso XVI, a definição para resíduos sólidos é:

> "Resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível." (BRASIL, 2010).

Já a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT NBR 10.004 (2004) – define os resíduos sólidos como:

> "Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível." (ABNT, 2004).

Resíduos é tudo o que o ser humano descarta, que após consumir não utiliza mais, que não apresenta mais nenhuma serventia para quem o consumiu e descartou. Para outros pode servir de matéria prima para um novo produto ou processo, utilizados

pela indústria através da reciclagem ou compostagem. Pode apenas virar rejeito que não tem mais utilidade na nossa sociedade. (BRASIL, 2010).

Os resíduos sólidos urbanos são os resíduos gerados pela comunidade, não incluindo o industrial, agrícola ou de mineração. Podem ser de origem doméstica, comercial, limpeza pública e possuem uma mistura de matéria orgânica, materiais recicláveis e podas de árvores. São estes resíduos sólidos urbanos que são destinados aos aterros sanitários. (ISWA, 2009).

Na Política Nacional de Resíduos Sólidos os resíduos sólidos urbanos são divididos em resíduos domiciliares, que são os originários de atividades domésticas em residências urbanas, e os resíduos de limpeza urbana, que são os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana. (BRASIL, 2010).

2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS NA HISTÓRIA

Os seres humanos sempre produziram resíduos sólidos como parte da sua existência. Quando o homem deixou de ser nômade e passou a se estabelecer em comunidades teve início uma geração de resíduos significativa. As cidades que existiam naquela época estavam sempre cheias de resíduos em suas ruas. Salvo algumas cidades que tinham adotado algum tipo de descarte dos resíduos, na maioria das vezes as pessoas viviam entre o lixo e a pobreza, pois nada era feito em relação aos resíduos. Na Idade Média, as cidades da Europa eram lugares onde a sujeira predominava e as doenças se proliferavam causando muitas mortes. (WORRELL; VESILIND, 2011).

Foi após a Revolução Industrial, segundo Wilson (2007), que houve uma alteração significativa dos centros urbanos e dos hábitos de consumo, ocasionando um aumento da quantidade gerada de resíduos, tanto industrial como doméstico. A partir disso, no ano de 1839 em Londres, foi criada uma Comissão de Saneamento que associou os resíduos sólidos a doenças como cólera e as más condições de saneamento.

Com o aumento da proliferação de doenças decorrentes do não tratamento e da falta de coleta de resíduos sólidos, segundo exposição de Williams (2005), entre 1850 a 1900 surgiram em vários países europeus e também nos Estados Unidos e Canadá órgãos públicos de saneamento preocupados com estes problemas. Assim

surgiram as Leis de Saúde Pública e teve início a obrigatoriedade da coleta de resíduos por parte das prefeituras, retirando os resíduos sólidos dos grandes centros urbanos.

Wilson (2007) relata que a partir de 1875, na cidade de Londres, foi exigido que os moradores mantivessem uma lixeira móvel para que os seus resíduos fossem colocados e recolhidos uma vez na semana pelas autoridades locais. Outra iniciativa relevante foi a reciclagem que teve início com a coleta de descartes por pessoas que necessitavam daqueles itens para vender e ganhar algum dinheiro ou comida. Durante as guerras mundiais houve uma escassez de matéria prima e um crescimento de inovações tecnológicas, impulsionando a reciclagem dos resíduos, principalmente metais.

As legislações, em países europeus, relativas à Saúde Pública continuaram a ser um grande impulsionador da retirada dos resíduos sólidos dos grandes centros urbanos, que normalmente eram realizadas pelas prefeituras, tendo como foco a coleta. Entre 1900 e 1970 as disposições dos resíduos sólidos não eram controladas, apenas iam para grandes lixões ou eram queimados. Foi nos anos 1960 e 1970 que a questão da proteção ambiental entrou em foco nas discussões políticas. (WILSON, 2007).

Durante a década de 1970, conforme Williams (2005) descreve, começou a surgir em vários países a importância de legislações e políticas públicas de saúde pública que tratassem da gestão dos resíduos sólidos. A partir dessa necessidade que a destinação final dos resíduos sólidos passou a fazer parte da agenda política dos países desenvolvidos.

As necessidades básicas dos seres humanos, como alimentação, moradia e reprodução da espécie, não causam tanto impacto na geração de resíduos sólidos, diferente das necessidades mais sofisticadas. A geração de resíduos sólidos está diretamente ligada a população, urbanização e riqueza. (BOGNER et al., 2007). A geração de resíduos se altera em função de fatores econômicos como hábito de consumo, renda familiar e padrão de vida que define o poder de compra.

O crescimento explosivo da população dos últimos 100 anos, que passou de 2 para 7 bilhões de pessoas, juntamente com a concentração populacional devido a industrialização geraram impactos ambientais causados pelo homem que atualmente refletem na problemática da destinação dos resíduos sólidos. (UNITED NATIONS, 2017).

Ressalta-se que, conforme o nível de renda dos países aumenta de baixo para médio e alto, de acordo com Campos (2012), a gestão de resíduos também sofre transformações. O crescimento da prosperidade e o movimento populacional para áreas urbanas estão correlacionados ao aumento na geração per capita de resíduos. A rápida urbanização e o crescimento populacional criam centros urbanos maiores dificultando a coleta dos resíduos e seu tratamento e disposição final.

2.3 GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

2.3.1 Geração

Mundialmente, mais de 2,01 bilhões de toneladas de resíduos sólidos são gerados a cada ano e esse número vem crescendo, sendo estimada, para o ano de 2050, a produção de 3,4 bilhões de toneladas, número maior que duas vezes o crescimento populacional para o mesmo período. Em torno de 37% dos resíduos do mundo tem disposição final os aterros sanitários e 33% ainda são dispostos em lixões irregulares, o equivalente a 663,3 milhões de toneladas, 19% são submetidos a reciclagem ou compostagem e 11% sofrem incinerações, que são a queima dos resíduos em fornos e usinas próprias utilizadas para reduzir o volume. Dessa forma os governos estão reconhecendo os custos e riscos de aterros sanitários e estão procurando métodos sustentáveis para a eliminação dos resíduos sem ter como disposição final o aterro sanitário. (WORLD BANK, 2018).

Os valores da destinação dos resíduos sólidos urbanos no mundo estão ilustrados no QUADRO 01 em porcentagens e em milhões de toneladas.

QUADRO 1 – DESTINAÇÃO FINAL RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS MUNDIAL

Destinação Final de RSU Mundial	**%**	**Quantitativo (milhões de toneladas)**
Aterros Sanitários	37%	743,7
Lixões	33%	663,3
Reciclagem ou Compostagem	19%	381,9
Incinerações	11%	221,1

FONTE: WORLD BANK, 2018

No final 2020, a população mundial era de 7,8 bilhões de pessoas. Em 12 anos houve um aumento de 1 bilhão de pessoas, e em 25 anos houve um aumento

de 2 bilhões de pessoas. A perspectiva para 2030 é que a população mundial seja de 8,5 bilhões de pessoas e em 2050 de 9,7 bilhões de pessoas. (UNITED NATIONS, 2019).

Isto representa um desafio no combate a mudança climática e no gerenciamento de resíduos sólidos, pois com o aumento populacional há um aumento na geração de resíduos sólidos e, consequentemente, um aumento na geração de gases do efeito estufa. Esses gases estão presentes na atmosfera que absorvem parte dos raios do sol e os redistribuem em forma de radiação, aquecendo o planeta e causando o efeito estufa. São compostos principalmente por dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) e Ozônio (O_3), e quando há um aumento desses gases na composição da atmosfera eles retêm mais calor, causando um maior aquecimento da atmosfera. (MIHELCIC; ZIMMERMAN, 2012).

No Brasil, são gerados 1,039 kg/hab/dia de resíduos sólidos urbanos, equivalente a 216.629 toneladas por dia. Por ano são gerados 379,2 kg/hab, sendo o total de 79,07 milhões de toneladas de resíduos. A maior parte dos resíduos é destinada para aterros sanitários, 59,5%, mas 29,5 milhões de toneladas por ano ainda tem destinação inadequada sendo depositados em lixões e aterros controlados, 40,5% do total coletado. (ABRELPE, 2019). Como são locais sem tratamento acabam contaminando o solo, a água e o ar, contribuindo significativamente para a emissão de gases do efeito estufa.

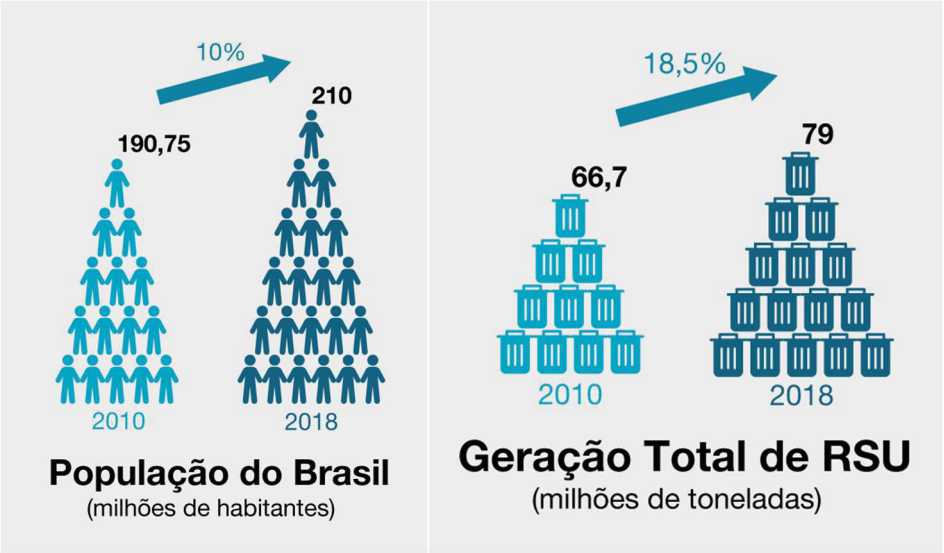
Em relação aos resíduos recicláveis, no Brasil há uma coleta anual de 1.613.786,6 toneladas, uma amostra referente a 38,7% dos municípios participantes do SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) que dispõem da coleta seletiva pela prefeitura ou com apoio ou parceria da prefeitura. O total de resíduos coletados para reciclagem é de apenas 2,04% do total de resíduos sólidos urbanos gerados anualmente. (BRASIL, 2019).

Na publicação do Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos de 2019, estima-se que aproximadamente 9,9 milhões de habitantes são atendidos pela coleta seletiva porta a porta, o que representa 41,4% da população urbana do Brasil. (BRASIL, 2019).

Em 2010, ano da publicação da PNRS, a população brasileira era de 190,75 milhões de habitantes, já em 2018 o Brasil atingiu 210 milhões de habitantes, um crescimento de 10%, conforme é ilustrado na FIGURA 1(a).

Em relação a geração de resíduos sólidos urbanos houve um acréscimo de 18,6%, aumentando de 66,7 milhões de toneladas por ano para 79 milhões de toneladas por ano, conforme é ilustrado na FIGURA 1(b).

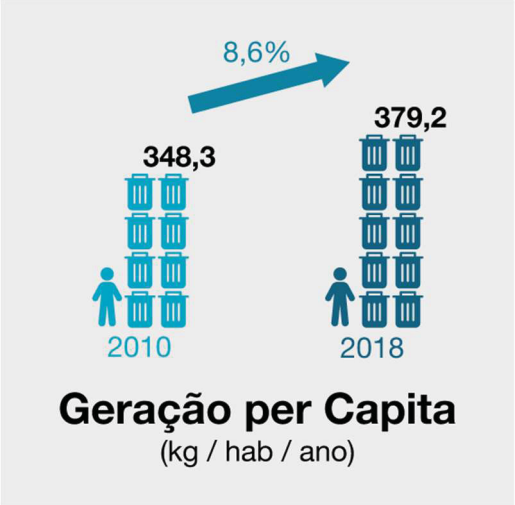
FIGURA 1 – POPULAÇÃO TOTAL DO BRASIL EM 2010 E 2018 (a) (milhões de habitantes) e GERAÇÃO TOTAL DE RSU NO BRASIL (b) (milhões de toneladas)



FONTE: Adaptado de ABRELPE (2019) e IBGE (2019).

Isso indica que a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) per capita aumentou em uma década em 8,6%, passando de 348,3 kg/hab/ano para 379,2 kg/hab/ano. Cada vez mais próximo de países desenvolvidos. O brasileiro gera 30 kg a mais por ano do que em uma década atrás, conforme é ilustrado na FIGURA 2.

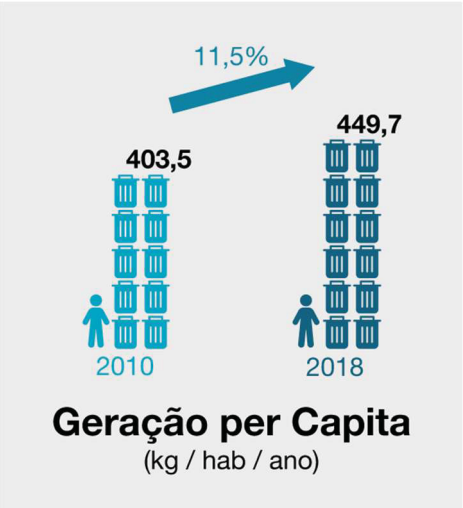
FIGURA 2 – GERAÇÃO PER CAPITA (KG/HAB/ANO) 2010 E 2018



FONTE: Adaptado de ABRELPE (2019).

A região sudeste é a região que mais gera RSU por pessoa, uma média de 449,7 kg/hab/ano em 2018. Em 2010 era de 403,5 kg/hab/ano, um aumento de 11,5% equivalente a 46 kg por pessoa por ano a mais em uma década, conforme é ilustrado na FIGURA 3.

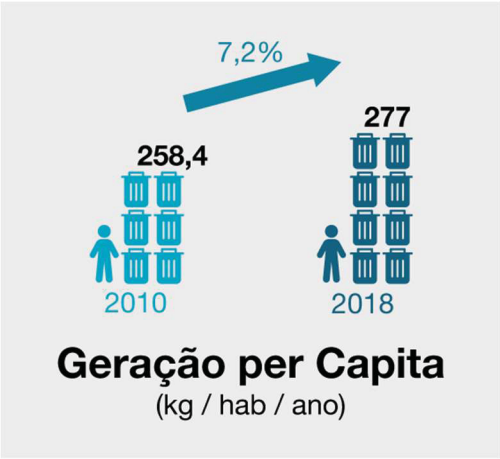
FIGURA 3 – GERAÇÃO PER CAPITA RSU SUDESTE (KG/HAB/ANO)



FONTE: Adaptado de ABRELPE (2019).

A região que menos gera resíduos sólidos por pessoa é a região sul, com uma média de 277 kg/hab/ano. Em 2010 era de 258,4 kg/hab/ano, um aumento de 7,2%, equivalente a 18,6 kg por pessoa por ano a mais que uma década atrás, conforme é ilustrado na FIGURA 4.

FIGURA 4 – GERAÇÃO PER CAPITA RSU SUL (KG/HAB/ANO)



FONTE: Adaptado de ABRELPE (2019).

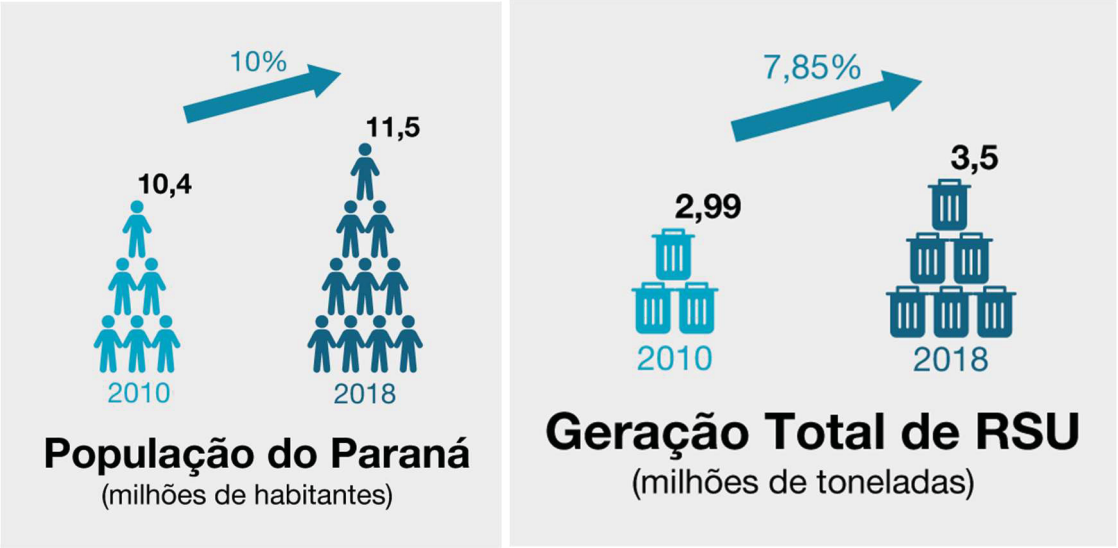
No cenário local o estado do Paraná tem 399 municípios, dos quais 301 municípios tem destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos urbanos, equivalente a 75,4%. Estes dados foram obtidos através das Licenças de Operação ou Licenças de Instalação emitidas pelo Instituto Água e Terra (IAT). Entretanto, 98 municípios ainda têm como disposição final aterros controlados ou lixões a céu aberto. A população total desses 98 municípios é de 2.039.331 habitantes, que ainda geram resíduos sólidos urbanos com destinação final ambientalmente inadequada, poluindo o meio ambiente. (IAT, 2017).

No estado do Paraná, em 2019, foram geradas 3,2 milhões de toneladas de resíduos por ano, e diariamente são geradas 8,8 mil toneladas. Foram coletados 3,074 milhões de toneladas em 2019, deixando de ser recolhidos 160.560 toneladas de resíduos a cada ano. (ABRELPE, 2020).

O crescimento populacional do Paraná, de 2010 a 2019, foi de 10%, que passou de 10,4 milhões de habitantes para 11,5 milhões de habitantes, conforme é ilustrado na FIGURA 5 (a). (IBGE, 2010 e 2020a).

Em 2010, ano da publicação da PNRS, o estado do Paraná gerava 2,99 milhões de toneladas por ano, em 2018 ocorreu um aumento de 7,85%, conforme é ilustrado na FIGURA 5 (b). (ABRELPE, 2020).

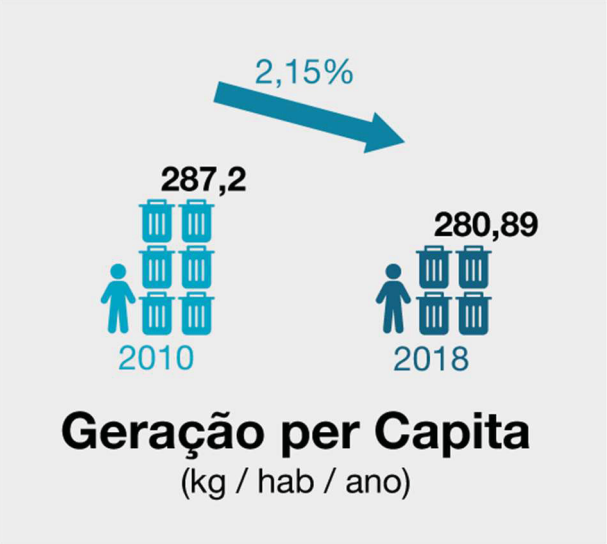
FIGURA 5 – POPULAÇÃO TOTAL DO PARANÁ 2010 E 2018 (a) (MILHÕES DE HABITANTES) E GERAÇÃO DE RSU TOTAL DO PARANÁ 2010 E 2018 (b) (MILHÕES DE TONELADAS)



FONTE: Adaptado de IBGE (2010 e 2020a) e ABRELPE (2010 e 2020).

A geração de RSU per capita diminuiu no estado do Paraná. Em 2010 era de 287,2 kg/hab/ano e em 2019 passou para 280,89 kg/hab/ano. (ABRELPE, 2010). Uma diminuição de 2,15% na geração per capita em uma década. Reflete um cenário otimista para a principal premissa ambiental de resíduos sólidos que é a não geração, conforme é ilustrado na FIGURA 6.

FIGURA 6 – GERAÇÃO DE RSU PER CAPITA NO PARANÁ (KG/HAB/ANO)



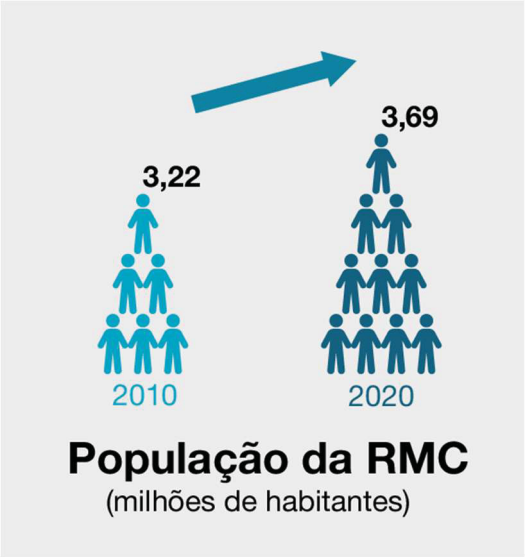
FONTE: Adaptado de ABRELPE (2010 e 2019).

Em relação a responsabilidade na coleta e destinação de resíduos, o poder público municipal tem a obrigação de elaborar Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS; elaborar Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PMGRCC; ofertar coleta seletiva de RSU para o pequeno gerador; ofertar coleta de resíduos da construção civil para o pequeno gerador; definir, em lei municipal, grande gerador de RSU, que é de acordo com a quantidade gerada definida pelo próprio município, e resíduos da construção civil; providenciar destinação ambientalmente adequada aos resíduos coletados, na forma estabelecida pela PNRS.

A Região Metropolitana de Curitiba foi criada em 1973 e é composta de 29 municípios, ocupa uma área de 16.581,21 km^2 e segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2010, tinha uma população de 3.223.836 habitantes, e é a oitava região metropolitana mais populosa do Brasil. (COMEC, 2020).

A população estimada, em 2020, da Região Metropolitana de Curitiba foi de 3.693.891 habitantes. (IBGE, 2020a), conforme ilustra a FIGURA 7.

FIGURA 7 – POPULAÇÃO TOTAL DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA 2010 E 2020 (MILHÕES DE HABITANTES)



FONTE: Adaptado de IBGE (2010 e 2020a).

Em 2001 foi criado o Consórcio Intermunicipal para Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos – CONRESOL, constituído inicialmente de 17 municípios e em 2021 contava com 23 municípios.

O CONRESOL tem por objetivo organizar e proceder as ações e atividades para a gestão do sistema de tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos gerados pelos municípios que o integram, obedecendo à legislação e as normas técnicas vigentes e aplicáveis.

Em 2007 foi elaborado pelo CONRESOL o Plano de Gerenciamento de Tratamento e Destinação de Resíduos Sólidos com o objetivo de elaborar uma gestão dos resíduos sólidos incluindo o tratamento e a destinação final dos resíduos de coleta domiciliar, varrição e limpeza urbana contemplando toda a abrangência dos municípios que integram o Consórcio. (CONRESOL, 2007).

Nessa época, a região metropolitana era composta de 26 municípios, com uma população de 2.768.394 habitantes. Faziam parte do CONRESOL 17 municípios e, conforme Nascimento e Moreira (2009), esses municípios geravam em torno de 600 mil toneladas de RSU por ano.

Posteriormente a Região Metropolitana de Curitiba aumentou para 29 municípios e o CONRESOL passou a ser constituído de 23 municípios. A população total desses 23 municípios era de 3.087.190 habitantes, segundo estimativa do IBGE (2020), e todos os 23 municípios possuíam o Plano Municipal de Resíduos Sólidos, uma das condicionantes para participação no Consórcio. (CONRESOL, 2020).

A geração de resíduos sólidos urbanos em 2018, nos 23 municípios que faziam parte da CONRESOL foi de 892.408,91 toneladas de resíduos sólidos dispostos em aterros sanitários, sendo 65,66% dos resíduos sólidos provenientes do município de Curitiba. (CONRESOL, 2020).

Os seis municípios da Região Metropolitana de Curitiba que não integram o CONRESOL possuíam uma população de 136.646 habitantes, de acordo com o IBGE (2020a), e por serem majoritariamente rurais geram menos resíduos.

São municípios pequenos que não conseguem fazer uma gestão de maneira isolada e adequada sem receber recursos do governo estadual ou federal.

A geração per capita de resíduos sólidos urbanos dos municípios da Região Metropolitana de Curitiba é em média de 0,79 kg/hab/dia. (PARANÁ, 2018b).

Conforme o Plano Estadual de Resíduos Sólidos do estado do Paraná Relatório 08 – Produto 04 – Relatório Contendo a Situação dos Resíduos Sólidos", estimou-se uma taxa de geração de resíduos per capita municipal, conforme faixa de população atendida. Para municípios de até 50 mil habitantes a taxa de geração de resíduos é de 0,65 kg/hab/dia. (PARANÁ, 2018b).

Segundo o Estudo de Viabilidade Técnica e Econômico-Financeira do CONRESOL (2020), a geração per capita de resíduos ficou em 0,85 kg/hab/dia para Curitiba e 0,72 kg/hab/dia para os demais municípios com continuidade de fornecimento de dados.

A geração total de resíduos sólidos urbanos desses municípios é em torno de 18 mil toneladas por ano, sem contar. Essa quantidade de resíduos reflete a realidade de municípios rurais. São municípios que estão localizados a uma distância muito grande em relação aos aterros sanitários utilizados pelo CONRESOL, e ainda destinam parte desses resíduos em lixões.

A composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos orienta o planejamento mais adequado para uma boa gestão dos resíduos sólidos, focando as políticas locais para reciclagem, compostagem e destinação ambientalmente adequada.

A CONRESOL realizou o levantamento das composições gravimétricas por peso dos 23 municípios a partir da coleta convencional domiciliar e limpeza pública, exceto Curitiba que constam os dados apenas da coleta convencional domiciliar, conforme TABELA 1:

TABELA 1 – COMPOSIÇÃO DOS RESÍUOS SÓLIDOS URBANOS CONRESOL - 2017

Material	% (por peso)
Orgânicos	40,17
Plástico Filme	13,04
Higiênicos	9,34
Fralda	6,51
Trapo	4,98
Papelão	4,55
Plástico Duro	4,18
Vidro	2,58
Pet Cristal e Colorida	2,15
Papel Misto	2,05
Papel Branco	2,02
Jornal de Revista	1,71
Madeira	1,33
Tetra Pack	1,28
Metais Ferrosos e Alumínio	1,28
Pedra e Borracha	1,08
Isopor e Espumas	0,95
Pet Colorida	0,91
Lixo Eletrônico	0,80

FONTE: Adaptado de CONRESOL (2020)

A maior parte dos resíduos gerados são orgânicos, higiênicos e fraldas, chegando a uma porcentagem de 56% de todos os resíduos coletados. Os itens restantes, em sua maioria, podem ser reciclados, gerando insumos para indústria, reduzindo a extração de recursos naturais e evitando a disposição final em aterros e lixões.

2.3.2 Coleta

Nem todo resíduo sólido que é gerado é coletado e destinado a aterros sanitários, aterros controlados e lixões. Em 2019, dos 79 milhões de resíduos gerados, 72.748.515 toneladas foram coletadas em todo Brasil, sendo o índice de cobertura de coleta de 92%. Isso quer dizer que 8% do lixo produzido no Brasil (6,3 milhões de toneladas) deixaram de ser recolhidos do seu local de geração e receber algum tratamento. A população não atendida pela coleta acaba incinerando a céu aberto ou apenas abandona seu lixo podendo contaminar o meio ambiente e causar doenças. (ABRELPE, 2020).

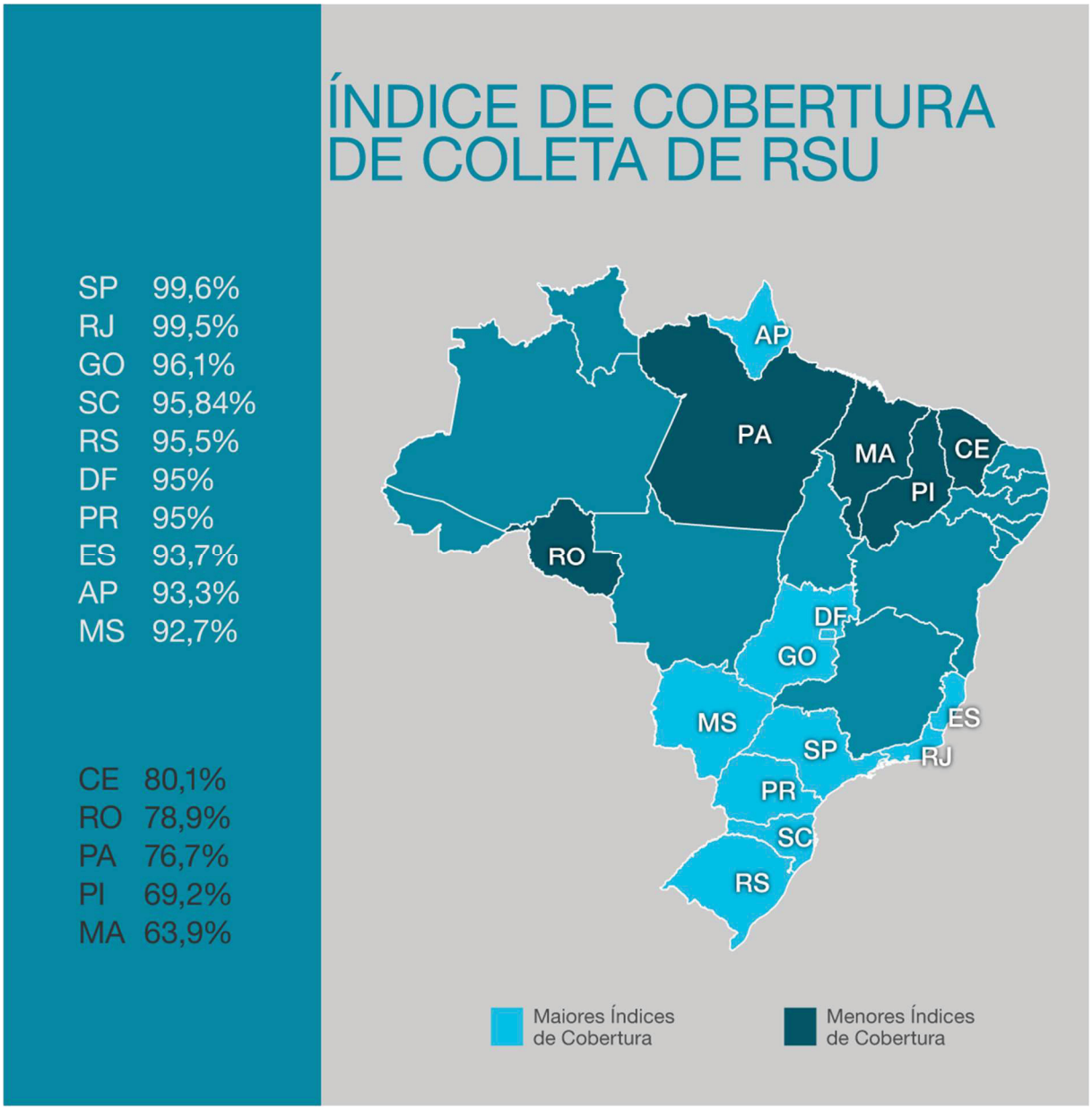
No Brasil, apenas 10 estados têm índice de cobertura de coleta acima da média de 92%, sendo eles São Paulo (99,6%), Rio de Janeiro (99,5%), Goiás (96,1%), Santa Catarina (95,84%), Rio Grande do Sul (95,5%), Distrito Federal (95%), Paraná (95%), Espírito Santo (93,7%), Amapá (93,3%) e Mato Grosso do Sul (92,7%). (ABRELPE, 2019).

Os estados que possuem os menores índices de cobertura de coleta estão nas regiões Norte e Nordeste, sendo eles: Ceará (80,1%), Rondônia (78,9%), Pará (76,7%), Piauí (69,2%) e Maranhão (63,9%). (ABRELPE, 2019).

A menor taxa de coleta é do estado do Maranhão, 63,9%, que deixa de coletar 908.850 toneladas por ano. Isso reflete o baixo índice de cobertura de coleta nas regiões norte e nordeste e a menor quantidade de municípios que fazem coleta seletiva. Já a região sul possui um índice de cobertura de coleta de resíduos sólidos urbanos de 95% e de coleta seletiva de 90,9%. (ABRELPE, 2019).

Pode-se verificar, conforme ilustrado na FIGURA 8, o mapa do Brasil indicando os estados com os maiores e menores índices de coleta de resíduos sólidos urbanos.

FIGURA 8 – ÍNDICE DE COBERTURA DE COLETA DE RSU NO BRASIL



FONTE: O Autor (2022).

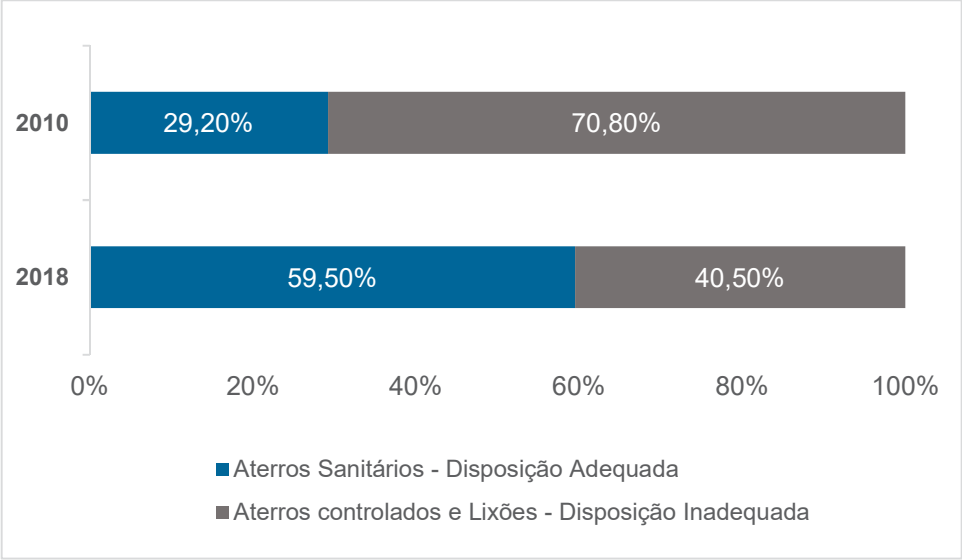
2.3.3 Destinação Final

A gestão de resíduos sólidos possui diversas etapas e uma delas é a destinação. Em 2019 foram coletadas 72 milhões de toneladas de RSU em todo território nacional, e desse montante 43 milhões de toneladas foram destinados em aterros sanitários, equivalente a 59,5%, 23% foram destinados em aterros controlados, e 17,5% em lixões. Somente para os lixões, foram destinadas 12,7 milhões de toneladas por ano de resíduos e para os aterros controlados foram 16,7

milhões de toneladas por ano de resíduos. Em números totais são quase 36 milhões de resíduos que não receberam tratamento adequado ou não foram coletados, representando um passivo ambiental. (ABRELPE, 2020).

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), a destinação final em lixões ainda é uma realidade em grande parte dos municípios brasileiros. Houve uma diminuição na quantidade de municípios que destinam os resíduos sólidos urbanos nos lixões. Em 2010 eram 70,8% dos resíduos destinados aos lixões e aterros controlados, já em 2018 houve uma diminuição, 40,5% dos resíduos foram destinados aos lixões e aterros controlados. A destinação em aterros sanitários aumentou no Brasil em 2010 eram 29,2% e em 2018 passou para 59,5%, conforme é ilustrado na FIGURA 9.

FIGURA 9 – DESTINAÇÃO FINAL DOS RSU NO BRASIL EM 2010 E 2018



FONTE: Adaptado de ABRELPE (2020).

2.4 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

Em 2019 no Brasil, segundo ABRELPE (2020), o setor de resíduos foi responsável por emitir 4% do total de emissões de gases de efeito estufa, equivalente a 96 milhões de toneladas de CO_{2eq} emitidas, sendo dois terços destas originários da disposição final, que inclui aterros sanitários, aterros controlados e lixões. Desde 2010

houve um aumento de 23% nas emissões de gases de efeito estufa provenientes do setor de resíduos.

O aumento da população pode ser parte do problema, mas o aumento no nível de consumo de bens e produtos dos países, principalmente os desenvolvidos, e a má gestão dos resíduos sólidos são fatores que proporcionaram o aumento da poluição e, consequentemente, do aquecimento global, impulsionando uma mudança climática mais rápida. (WORLD BANK, 2018).

A natureza é um bem coletivo e o meio ambiente deve ser preservado trazendo melhoria da qualidade de vida. Por essa razão é dever de todos a sua proteção e preservação, não apenas do cidadão, mas do Estado. (BRASIL, 1988).

O Brasil tem presenciado um aumento do consumo de bens e produtos nos últimos 10 anos, o que tem gerado um número crescente de resíduos sólidos per capita. A reciclagem ainda está muito aquém do desejado e do previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos, pois é realizada pela coleta informal através de catadores ou organizações privadas e não tem incentivo de governos municipais. O que provoca o descarte de materiais que poderiam servir de matéria prima para a indústria, mas que o único destino são os aterros e lixões existentes no país. (BRASIL, 2010).

O consumo excessivo e a falta de incentivo pelo reuso e reciclagem por parte dos governantes geram um cenário de desperdício que contribui com a escassez dos recursos naturais e matéria prima, além de criar grandes quantidades de resíduos sólidos nos aterros sanitários e lixões, gerando diversos problemas ambientais.

A escolha de um local adequado para a destinação final é um desafio, pois a concentração da população em torno dos centros urbanos traz dificuldades para a disposição final dos resíduos sólidos urbanos.

A coleta e o transporte dos RSU são geradores de poluição atmosférica, pois um terço das emissões provenientes do setor de resíduos são originadas no transporte e na coleta.

Uma boa gestão de resíduos sólidos afeta a todos, porém uma má gestão gera impactos negativos no grupo dos mais vulneráveis da sociedade, trabalhando em condições inseguras na coleta dos resíduos sólidos urbanos. (WORLD BANK, 2018).

Os resíduos sólidos que são destinados aos lixões e aterros sofrem decomposição do seu volume e produzem gases e chorume. Assim, ocorre a

decomposição anaeróbia da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos gerando alguns gases. Os gases emitidos nos aterros são o metano (CH_4), em maior quantidade, e o dióxido de carbono (CO_2), que compõem o biogás. (RAO; SULTANA; KOTA, 2017).

O lixo é um dos contribuintes para o aquecimento global pela geração do gás metano (CH_4), um dos gases poluentes do efeito estufa, que possui a propriedade de retenção de calor cerca de 25 vezes maior que do dióxido de carbono (CO_2), ou seja, uma molécula de metano é equivalente a 25 moléculas de CO_2 na atmosfera. (WORLD BANK, 2012).

O metano (CH_4), um dos gases emitidos nos aterros, persiste na atmosfera em média por 10 anos, e depois sofre oxidação gerando o dióxido de carbono (CO_2), que também persiste por até milhares de anos na atmosfera, e água (H_2O). (EPA, 2021).

A partir do volume de resíduos gerados, como são gerenciados e sua composição, estima-se que 1,6 bilhão de toneladas de CO_2 equivalente em emissões de gases do efeito estufa foram gerados a partir do tratamento e disposição dos resíduos sólidos no ano de 2016, equivalente a 5% das emissões globais. Essas emissões se devem principalmente pela disposição dos resíduos em lixões e aterros controlados. (WORLD BANK, 2018).

Entre 3 e 5% das emissões globais de gases do efeito estufa vêm da gestão de resíduos. Dois terços das emissões dos resíduos sólidos urbanos são produzidas em aterros ou lixões, e um terço são referentes ao transporte dos resíduos. Levando isso em consideração os aterros apresentam grandes oportunidades para que haja uma redução nessas emissões em países de renda média. (OTENG-ABABIO et al., 2018).

Nos aterros sanitários há uma preparação para a disposição dos resíduos, e ao longo do seu recebimento, estes são aterrados, recebendo uma camada de solo de baixa permeabilidade para uma cobertura diária, intermediária e final. O aterro de resíduos sólidos urbanos é um ecossistema complexo, onde ocorrem processos biológico, físico e químico proveniente da decomposição da matéria orgânica, e geram efluentes líquidos e gasosos. (RAO; SULTANA; KOTA, 2017).

O metano tem grande potencial combustível e é um contribuinte antrópico significativo para o aquecimento global, como um dos gases do efeito estufa (ELK, 2007). Para que os gases provenientes dos aterros não sejam lançados diretamente

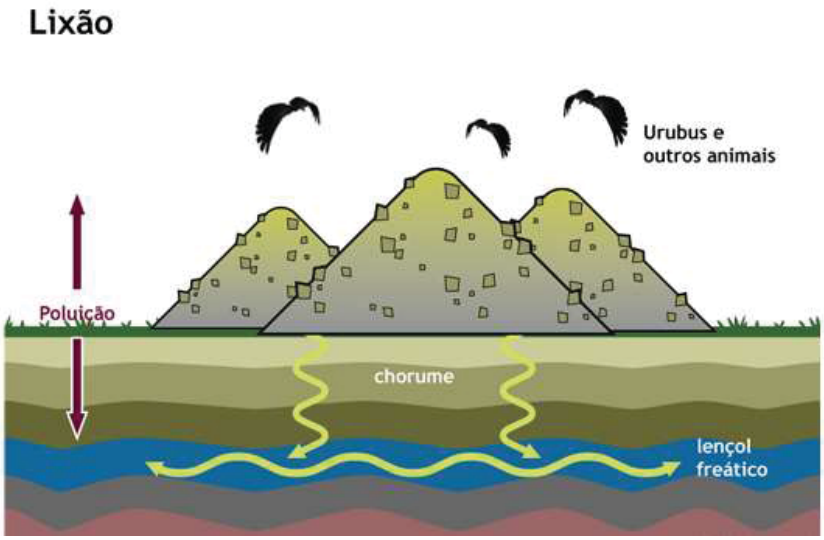
na atmosfera, podem ser aproveitados energeticamente, contribuindo para a preservação do meio ambiente. Já nos lixões não existe essa possibilidade pois não é realizado nenhum tratamento. (BORBA et al., 2018).

Na Política Nacional de Resíduos Sólidos está prevista a seguinte ordem de prioridade na gestão e no gerenciamento de resíduos sólidos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. A disposição final ocorre em aterro sanitários, aterros controlados e lixões, e de acordo com a PNRS, no Brasil apenas é permitida a disposição final em aterros sanitários. (BRASIL, 2010).

No aterro sanitário devem ser apenas destinados os materiais que não possuam viabilidade técnica e econômica de tratamento ou aproveitamento, após esgotar a ordem de prioridade prevista na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos. Excluindo desta forma os materiais recicláveis e orgânicos, para que seja evitada a perda de matéria prima para geração de insumos, através da reciclagem e compostagem, e energia, através dos biodigestores, e ao mesmo tempo promovendo a redução da poluição ambiental. (BRASIL, 2017).

O chorume, conforme ilustra a FIGURA 10, é o líquido de coloração escura e odor forte e desagradável. É produzido pela decomposição da matéria orgânica e pela percolação da água que pode ser da chuva. Os resíduos trazem diferentes composições podendo conter metais e dependendo do contaminante podem atingir alguma água subterrânea e impactar o ciclo de vida das plantas.

FIGURA 10 – CHORUME PROVENIENTE DE LIXÃO



FONTE: INFOENEM (2015).

O chorume persiste no meio ambiente enquanto houver matéria orgânica em decomposição, podendo contaminar o solo e o lençol freático através de possíveis falhas no sistema de revestimento de impermeabilização. Dependendo da sua composição pode conter elementos perigosos, principalmente metais pesados e sais minerais. (MIHELCIC; ZIMMERMAN, 2012).

Os gases começam a ser emitidos quando começa a decomposição da matéria orgânica, assim os aterros não contaminam o meio ambiente de imediato, mas é ao longo dos anos que há um aumento da contaminação até atingir um valor máximo e depois começa a decair até atingir uma carga ambientalmente adequada.

Com os dois principais tipos de poluentes, gases do efeito estufa e chorume, em um aterro sanitário, lixão ou aterro controlado gera um efeito poluente residual elevado que mesmo após seu fechamento continua emitindo gases e gerando chorume.

2.5 ASPECTOS LEGAIS E SUA IMPORTÂNCIA

No Brasil os acontecimentos legais pareceram seguir uma certa ordem cronológica, entretanto a gestão ambiental não obedeceu tais fatos. Borges et al. (2009) relatam que legislação ambiental foi marcada por avanços e retrocessos, pois a implementação da gestão ambiental está diretamente vinculada às agendas políticas de seus governantes. A linha do tempo da legislação ambiental está ilustrada na FIGURA 11.

FIGURA 11 – LINHA DO TEMPO DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

FONTE: O Autor (2022).

A primeira legislação que incluiu os resíduos sólidos em seu texto foi a Política Nacional de Meio Ambiente, através da Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, que veio a tratar do meio ambiente como um todo, englobando todos os recursos naturais. (BRASIL, 1981). Esta lei foi regulamentada pelo Decreto nº 99.274 de 6 de junho de 1990. (BRASIL, 1990).

Depois foi promulgada a Constituição Federal de 1988, que abordou com maior ênfase as questões ambientais e dedicou um capítulo inteiro ao meio ambiente, que foi tratado como direito de todos e essencial à qualidade de vida. Foi a partir da Constituição Federal de 1988 que o saneamento básico ganhou importância e os resíduos sólidos começaram a ser tratados de uma maneira diferenciada. (BRASIL, 1988).

Recomendou-se maior fiscalização e ação dos órgãos públicos e privados responsáveis pelo setor. A Constituição Federal passou a ser o primeiro instrumento legal a ser utilizado para análise na área de resíduos sólidos urbanos, concedendo mais autonomia aos Municípios que passaram a ser o detentor da titularidade dos serviços de limpeza urbana e gestão dos resíduos sólidos urbanos, desde a coleta até a destinação e disposição final ambientalmente adequada.

Em 1992 a agenda ambiental ganhou destaque no Brasil após a Conferência Eco-92, promovida pela Organização das Nações Unidas (ONU), aumentando a preocupação do Brasil com o meio ambiente, principalmente por pressão internacional.

Como consequência da evolução da legislação ambiental veio a ser promulgada a Lei de Crimes Ambientais, Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998, que previu a aplicação de altas multas pelos órgãos de fiscalização ambiental e trouxe a previsão da tipificação de crime ambiental o lançamento de resíduos sólidos ou detritos em desacordo com as exigências em leis ou regulamentos. (BRASIL, 1998).

Outra Política Pública ambiental publicada através da Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, foi a Política Nacional de Educação Ambiental. Esta política trouxe um entendimento que para se obter um equilíbrio ambiental deve ser obtido por meio da construção a longo prazo e de forma contínua de conhecimentos e valores sociais, habilidades, atitudes e competências voltadas à conservação do meio ambiente, essencial à qualidade de vida e sua sustentabilidade. (BRASIL, 1999).

Na sequência cronológica das legislações ambientais veio a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), promulgada através da Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007, que abrange o tema dos resíduos sólidos urbanos. A Política Nacional de Saneamento Básico trouxe como um dos princípios fundamentais a previsão do manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente. (BRASIL, 2007).

A PNSB estabelece algumas definições como limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos como sendo o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário de varrição e limpeza de logradouros e vias públicas. (BRASIL, 2007).

Na mesma direção pode-se fazer referência ao Estatuto das Cidades (Lei nº 10.257/2001), estabelecendo diretrizes de gestão urbana (BRASIL, 2001) e à Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), que apresentou algumas metas em relação aos resíduos sólidos visando a redução de emissões de gases de efeito estufa. (BRASIL, 2009).

Em 2010, foi publicada a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, por meio da Lei nº 12.305, do mesmo ano, a qual contemplou um conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal, isoladamente ou em regime de cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares, com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos. Dessa forma, este tema passou a integrar a Política Nacional de Meio Ambiente, através do seu Art. 5º. (BRASIL, 2010).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos disponibilizou metas e instrumentos para a eliminação dos lixões e trouxe regulamentos para o planejamento adequado do manejo dos resíduos sólidos nos níveis nacional, estadual, municipal, microrregional, intermunicipal e metropolitano. Permitindo assim na época, um avanço no enfrentamento dos problemas ambientais e socioeconômicos gerados pelo mau gerenciamento dos resíduos sólidos. (BRASIL, 2017).

Regulamentos e políticas públicas podem ser decisivos para a redução das emissões dos gases do efeito estufa. Se o Estado não cria normas e penalizações, as indústrias, em geral, acabam não implementando medidas mitigadoras dos impactos ambientais causando mais degradação do meio ambiente, pois apenas estão preocupados com o retorno financeiro que irão obter. Toda mudança de processo gera um custo financeiro que a própria competitividade não permite que sejam implantadas, ao menos que seja impositivo através das legislações vigentes.

Na União Europeia, por exemplo, houve um progresso na redução das emissões dos gases do efeito estufa através de políticas públicas entre 1990 e 2007, quando definiram metas e diretrizes especificas de embalagens e de destinação dos resíduos orgânicos em aterros. Já nos Estados Unidos, após a implantação de políticas públicas, incentivos e regulamentações econômicas, houve uma diminuição das emissões de metano nos aterros em 11%, no mesmo período. (ISWA, 2009).

Outro exemplo de medidas adotadas pelo governo que acarretaram em diminuição dos impactos ambientais foi no município de São Francisco nos Estado Unidos. O município implantou programas para reciclagem e compostagem de praticamente todo o resíduo gerado, introduzindo incentivos econômicos, ações necessárias para uma alta adesão, como a cobrança de uma menor taxa de lixo para quem realiza compostagem. Assim a cidade conseguiu reduzir em 12% as emissões de gases do efeito estufa.

Em 2015 ocorreu o último grande acordo ambiental, onde 195 países aprovaram o Acordo de Paris para a redução das emissões dos gases do efeito estufa em nível mundial, e o Brasil ratificou esse acordo se comprometendo em diminuir as emissões dos gases do efeito estufa. (BRASIL, 2016).

Atualmente há um grande déficit do serviço público e pouca conscientização da população em relação aos resíduos sólidos. Reflete no alto consumo e no descarte indiscriminado, sem uma separação dos resíduos domésticos para reciclagem nem

programas governamentais de compostagem, muito menos programas para conscientizar um consumo por produtos mais sustentáveis.

Nos países da União Europeia já se aplica economia circular, que utiliza os resíduos de uma indústria como insumos para a produção de novos produtos, com isso utilizam de maneira racional os resíduos, e fazem com que permaneçam mais tempo na economia e não simplesmente descartados. (MAZUR-WIERZBICKA, 2021).

No Brasil observa-se que ainda existem muitos lixões a céu aberto em todas as regiões e pouca coleta seletiva. O país ainda se encontra muito atrasado na fiscalização da aplicação das regulamentações ambientais e acaba contribuindo para o descumprimento das normas ambientais. (BRASIL, 2020c)

Mais recente, em 2020, foi editado o novo marco legal do saneamento básico, pela Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, que alterou alguns prazos estabelecidos na Política Nacional de Resíduos Sólidos, na Lei nº 12.305, de 2010. Essa alteração nos prazos incide na disposição final ambientalmente adequada, alterando de 2014, 4 (quatro) anos após a data de publicação da lei supracitada, para 31 de dezembro de 2020. (BRASIL, 2020b).

Entretanto, para os Municípios que fazem parte deste estudo e que tenham elaborado um plano intermunicipal de resíduos sólidos ou um plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, e que dispõem de mecanismos de cobrança que garantam sua sustentabilidade econômico-financeira, houve uma prorrogação do prazo para o cumprimento da PNRS. (BRASIL, 2020b):

> I – até 2 de agosto de 2021, para capitais de Estados e Municípios integrantes de Região Metropolitana (RM) ou de Região Integrada de Desenvolvimento (Ride) de capitais.

Como na maioria dos municípios menores, onde há uma dificuldade na elaboração do plano intermunicipal de resíduos sólidos ou plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, não há exceção no prazo estabelecido. Em relação a mecanismos de cobrança que garantam sua sustentabilidade econômico-financeira, os municípios ainda encontram dificuldades na implantação da taxa para o contribuinte.

No cenário estadual, o Paraná, em 1999, estabeleceu a Política Estadual de Resíduos Sólidos, através da Lei Estadual nº 12.493, de 22 de janeiro de 1999, que estabeleceu princípios, procedimentos, normas e critérios referentes a geração,

acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Paraná. (PARANÁ, 1999).

Após a implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, em 2012 e 2013, foi elaborado o Plano de Regionalização da Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Urbanos – PRGIRSU/PR e o Plano para a Gestão Integrada e Associada dos Resíduos Sólidos Urbanos – PGIRSU/PR, coordenados pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná.

O Plano de Regionalização definiu diretrizes para a gestão de resíduos sólidos urbanos no Estado. Foram criadas vinte regiões para gestão integrada dos resíduos, a qual a Região Metropolitana de Curitiba faz parte, definiu metas e ações incluindo rotas tecnológicas para a gestão regionalizada. O Plano veio para orientar as intervenções do setor e prever as implantações de soluções integradas e consorciadas.

A partir desse Plano de Regionalização foi criado o Sistema Estadual de Informações sobre Resíduos Sólidos (SEIRSU), com o objetivo de compilar os dados de geração e destinação para todos os tipos de resíduos, auxiliando as ações do Estado e permitindo o monitoramento das metas estabelecidas no Plano Estadual de Resíduos Sólidos.

Em 07 de dezembro de 2017 é publicada a Lei Estadual nº 19.261, que cria o Programa Estadual de Resíduos Sólidos - Paraná Resíduos para atendimento das diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos no estado do Paraná, no esforço da gestão integrada dos resíduos sólidos. (PARANÁ, 2017).

Essa lei tem como objetivo a gestão associada dos serviços de tratamento e disposição final ambientalmente adequada de resíduos sólidos urbanos e a criação de consórcios públicos Inter federativos que os municípios poderão participar em conjunto com o estado do Paraná.

Seguindo o Manual de Orientação para Elaboração de Planos de Gestão de Resíduos Sólidos do Ministério do Meio Ambiente, foi elaborado o Plano Estadual de Resíduos Sólidos, através da Lei Estadual nº 20.607/2021. Este plano prevê as seguintes diretrizes: reestruturar o sistema de gestão em resíduos sólidos do Estado; promover a prevenção e a minimização da geração de resíduos sólidos; promover a prevenção, a minimização e a mitigação dos impactos ambientais negativos por disposição final de resíduos sólidos; apoiar a estabilidade financeira na gestão de resíduos sólidos; e incentivar a modernização dos sistemas de coleta,

acondicionamento, transporte, transbordo, tratamento e disposição final de resíduos sólidos. (PARANÁ, 2021).

Esse manual apresenta importantes estratégias como promover a eliminação e a recuperação de áreas de disposição final inadequada de resíduos sólidos; incentivar a geração de energia e a compostagem a partir de resíduos sólidos; promover a Educação Ambiental, considerando os princípios da não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; assegurar a destinação ambientalmente adequada de resíduos sólido; incentivar a mudança de hábitos de consumo visando a não geração e a consciência sobre a responsabilidade compartilhada dos resíduos sólidos; entre outras tão importantes. (PARANÁ, 2018c).

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, são instrumentos dela os planos municipais, regionais, estaduais e nacional, e a elaboração do Plano Estadual de Resíduos Sólidos é uma condicionante para os estados terem acesso aos recursos federais. Recursos esses que são destinados especificamente à gestão dos resíduos sólidos ou para terem acesso a financiamentos de órgãos federais. (BRASIL, 2010).

A partir da elaboração do Plano de Regionalização da Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Urbanos foram estabelecidas vinte regiões de planejamento para resíduos sólidos urbanos com o objetivo de auxiliar na gestão dos municípios paranaenses na implementação da PNRS. Também foram definidos os locais para instalação de unidades de transbordo, de tratamento e de disposição final de resíduos sólidos urbanos.

Na TABELA 2 foi compilada as legislações referentes à Política Nacional de Resíduos Sólidos, tanto na esfera federal como na estadual. As legislações estão dispostas primeiro pela federal e depois estadual, e também de forma cronológica, obedecendo a hierarquia, sendo a primeira a Constituição Federal.

TABELA 2 – LEGISLAÇÃO APLICADA

Documento	Ano	Extensão	Pontos Importantes
Constituição	1988	Federal	Constituição da República Federativa do Brasil de 1988
Lei 6.938	1981	Federal	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente
Lei 9.605	1998	Federal	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente
Lei 9.795	1999	Federal	Dispõe sobre a Política Nacional de Educação Ambiental
Lei 10.257	2001	Federal	Estabelece diretrizes gerais da política urbana, criando o Estatuto das Cidades
Lei 11.445	2007	Federal	Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico
Lei 12.187	2009	Federal	Institui a Política Nacional sobre Mudança no Clima – PNMC
Lei 12.305	2010	Federal	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS
Lei 14.026	2020	Federal	Atualiza o marco legal do saneamento básico
Lei 12.493	1999	Estadual	Estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes a geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Paraná
Lei 19.261	2017	Estadual	Cria o Programa Estadual de Resíduos Sólidos Paraná Resíduos para atendimento às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos no Estado do Paraná
Lei 20.607	2021	Estadual	Dispõe sobre o Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Paraná e dá outras providências

FONTE: O Autor (2022).

2.6 POLÍTICAS PÚBLICAS E A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Serão analisados o conceito de políticas públicas, juntamente com as políticas públicas aplicadas na gestão de resíduos sólidos urbanos, e os consórcios intermunicipais como instrumento de política pública.

Quando se trata de assuntos coletivos que envolvem a sociedade espera-se que o Estado seja responsável por ações que atendam às necessidades da

população. Essas ações do governo devem analisar o impacto social e econômico na sociedade, por isso da necessidade da implantação de políticas públicas.

A política pública pode ser definida como o conjunto de ações, procedimentos formais e informais, e programas governamentais necessários para a provisão de bens e serviços à sociedade de forma integrada e articulada que se destina à resolução de conflitos e ao aprimoramento do bem comum. (BRASIL, 2018a).

A União, de acordo com a Constituição Federal, é o ente central da Federação, e tem algumas competências administrativas exclusivas. Porém, a competência constitucional para promover políticas públicas é tanto da União como dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. No artigo 23, incisos VI e VII, da Constituição Federal de 1988, estabelecem que é competência da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, proteger o meio ambiente, de modo a combater todas as formas de poluição. (BRASIL, 1988).

As Políticas Nacionais de Meio Ambiente, de Saneamento Básico e de Resíduos Sólidos são conjuntos de instrumentos legais, científicos, técnicos e econômicos com o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável da sociedade brasileira e a preservação do meio ambiente, e prevê a possibilidade de atuar em conjunto com a sociedade e particulares, atendendo uma área especifica.

A Política Nacional de Meio Ambiente define meio ambiente como patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido tendo em vista o uso coletivo. A efetiva manutenção, proteção e recuperação do bem ambiental são de responsabilidade do governo. (BRASIL, 1981).

Os objetivos de uma política pública são a solução ou a minimização dos problemas através das ações realizadas na causa de um determinado problema ou conjunto de problemas. É importante reconhecer os efeitos, definindo o problema e atingindo a causa do problema. Há a necessidade de ter bem definida a diferença entre a causa e o efeito dos objetivos de uma política pública para se obter bons resultados. (IPEA, 2018).

É necessário um esforço dos agentes públicos, técnicos e gestores envolvidos para que as políticas públicas estejam integradas entre si e em sintonia com outras políticas públicas, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos deve estar em consonância com a Política Nacional de Meio Ambiente e com a Política Nacional de Saneamento Básico. As políticas públicas estaduais devem atender as políticas

nacionais e as políticas públicas municipais devem atender as políticas públicas estaduais.

Quando não há clareza nas competências de cada ente federativo no âmbito da implementação de uma política pública, há um risco de não atingir os objetivos devido à falta de integração, principalmente entre os tomadores de decisão. Sempre deve ter como objetivo maior o cumprimento do estabelecido na política pública. (IPEA, 2018).

No Brasil, as políticas públicas ambientais tiveram início após a Conferencia de Estocolmo, em 1972, quando as Nações Unidas tiveram a iniciativa de inserir o tema nas agendas dos governos.

Ainda na década de 1970, houve o início das discussões de um modelo de desenvolvimento que levou em consideração tanto as relações econômicas como o bem-estar da sociedade e a gestão racional e responsável dos recursos naturais, criando o eco desenvolvimento.

Após o fortalecimento das políticas ambientais com a implantação da Política Nacional do Meio Ambiente, Política Nacional de Educação Ambiental e Política Nacional de Saneamento Básico, foi a vez dos resíduos sólidos que por meio da Política Nacional dos Resíduos Sólidos estabeleceu diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos sólidos, inclusive metas e ações adotados pelo Governo Federal, prevendo a cooperação com Estados, Distrito Federal, Municípios ou particulares. (BRASIL, 2010).

A PNRS estabelece como uma das mais importantes diretrizes ambientais na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos que a ordem de prioridade deve ser a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. (BRASIL, 2010).

A não geração, redução ou a reutilização de resíduos sólidos somente são alcançados através de educação ambiental, políticas públicas que devem ser articuladas conjuntamente para se alcançar o objetivo previsto. (WERKA et al., 2020)

A reciclagem é um grande pilar no fornecimento de matérias-primas, quando um material reciclado, em vez de uma matéria-prima, é usado para fazer um novo produto, os recursos naturais e a energia são conservados. Entretanto depende do incentivo do Estado sobre a economia fomentando o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados para que haja viabilidade econômica. (EIT RAWMATERIALS, 2020).

Como consequência ocorre um aumento da comercialização e da competitividade dos materiais recicláveis e reciclados em relação a matéria-prima virgem e seus produtos. Apesar da reciclagem atender, de certa forma, aos pilares econômicos, sociais e ambientais de desenvolvimento sustentável, é necessária a ação do Estado por se tratar de economia de larga escala. (BRASIL, 2010).

O tratamento dos resíduos sólidos também deve ter a ação do Estado, através da legislação e regulamentos, para incentivar a recuperação e aproveitamento energético a partir dos resíduos sólidos urbanos utilizando tecnologias já existentes ou novas, que tenham comprovação de viabilidade técnica e ambiental, com o monitoramento da emissão de gases tóxicos, de acordo com os objetivos da PNRS. (BRASIL, 2010).

Foi prevista, na Lei nº 12.305, de 2010, a elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos contendo o diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos; as metas de redução, reutilização, reciclagem, com o objetivo de reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada; as metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos; as metas para a eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, entre outras. (BRASIL, 2010).

Apenas em 2020 foi publicado o Plano Nacional de Resíduos Sólidos utilizando os dados do SNIS, com o diagnóstico de 3.468 municípios, com abrangência de uma população de quase 170 milhões de habitantes.

Esse diagnóstico divulgado pelo Plano Nacional de Resíduos Sólidos ressalta as análises nacionais e macrorregionais, trazendo o panorama mais detalhado de resíduos sólidos urbanos no país, sua geração, coleta (convencional e seletiva), tratamentos, destinação e disposição final dos resíduos sólidos urbanos no país. Foi realizada uma análise crítica dos principais problemas identificados sempre com o objetivo de aprimorar as políticas destinadas à melhoria da gestão dos RSU. (BRASIL, 2020c).

No que se refere à disposição final ambientalmente adequada de rejeitos, uma das diretrizes do Plano Nacional de Resíduos Sólidos é relacionada à eliminação dos lixões e aterros controlados que são de responsabilidade de implementação do Ministério do Meio Ambiente (MMA), do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), para municípios com população superior a 50 mil habitantes, e da Fundação

Nacional de Saúde (FUNASA), para municípios com população até 50 mil habitantes. O QUADRO 2 apresenta as responsabilidades de cada órgão:

QUADRO 2 – MATRIZ DE RESPONSABILIDADES PARA ELIMINAÇÃO DOS LIXÕES E ATERROS CONTROLADOS DO PLANO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

ESTRATÉGIA	MMA	MDR	FUNASA
Aportar recursos voltados para o desenvolvimento institucional, para à elaboração de planos de resíduos sólidos por parte dos demais entes federados e consórcios públicos, e implementação de sistemas de informação integrados ao SINIR e no fortalecimento dos Consórcios Públicos constituídos.	X	X	X
Aportar recursos para contribuir com o encerramento dos lixões e aterros controlados em todos os municípios.		X	X
Aportar recursos visando à elaboração de projetos (básico e executivo) e a implantação de unidades de disposição final de rejeitos (aterros sanitários).		X	X
Aportar recursos destinados à capacitação técnica de gestores das três esferas de governo, de forma continuada, e assistência técnica, principalmente no que se refere a elaboração de projetos de engenharia, processo licitatório, acompanhamento da execução das obras e gestão técnica, orçamentária e financeira dos empreendimentos construídos.	X	X	X
Fomentar, junto aos órgãos integrantes do SISNAMA, a informatização de dados e a padronização de procedimentos que permitam maior transparência e agilidade, quando couber, nos processos de licenciamento ambiental.	X		
Aportar recursos, com dignidade e remuneração do trabalho, dos catadores, através de infraestrutura, capacitação e assistência técnica.	X	X	X
Definir normas técnicas para encerramento de lixões e aterros controlados.	X		

FONTE: BRASIL, 2017

Como análise da efetividade e eficácia da Política Nacional de Resíduos Sólidos, deve-se utilizar dos mesmos mecanismos de análise de execução de qualquer programa de políticas públicas, monitorando e avaliando o papel do Estado para assegurar que sejam alcançados os resultados esperados sobre a problemática identificada.

Para um melhor aproveitamento dessas políticas, é de extrema importância que o monitoramento, o controle e a avaliação sejam elaborados e planejados na fase anterior da implementação dessa política. Definindo assim quais indicadores e ações serão necessários, quais os responsáveis, quando e de que forma essas ações serão implementadas e quais resultados são esperados. (BRASIL, 2018a).

3 METODOLOGIA

Este capítulo descreve a metodologia utilizada para a obtenção dos objetivos definidos como base deste trabalho.

Na revisão de literatura foi feita a apresentação dos conceitos, das características e dos elementos necessários referente aos resíduos sólidos urbanos. Está demonstrada a importância que os resíduos têm na sociedade antiga e atual, e como influencia nossas vidas.

Também estão especificados os elementos que constituem a Política Nacional de Resíduos Sólidos e como os municípios da Região Metropolitana de Curitiba estão trabalhando para atender e se adequar ás exigências.

Para isso foi realizada uma pesquisa bibliográfica de livros e artigos científicos envolvendo os princípios que regem a temática de resíduos sólidos urbanos, incluindo a definição, classificação, composição, geração, coleta e a destinação dos resíduos sólidos, e os resultados aplicados pelos municípios analisados.

O período de estudo compreendeu desde 2010, ano da publicação da Lei nº 12.305, de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, até 2020, ano de início desta pesquisa.

Para manter a consistência da análise entre as fontes de informações, alguns indicadores foram escolhidos os anos de 2011 e 2018, por serem o primeiro e último ano de informações fornecidos pelo CONRESOL, 2013 e 2017 como o primeiro e último ano fornecidos pelo SINIR.

A pesquisa foi qualitativa para a maioria dos dados analisados e quantitativa-qualitativa para alguns dados, dessa forma foi possível uma compreensão do objeto desta pesquisa que foi a análise da evolução da destinação e disposição final dos resíduos sólidos urbanos. Também foi possível elaborar um diagnóstico dos problemas relacionados ao não cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos nos municípios da Região Metropolitana de Curitiba, nos 10 anos da implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Foi utilizado o método ex-post-facto, com o objetivo de investigar acontecimentos e ações já ocorridas em relação a Política Nacional de Resíduos Sólidos aplicada a Região Metropolitana de Curitiba, visando a compreensão da influência da PNRS no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos. A pesquisa ex-post-facto é quando os dados analisados são dados de eventos que já ocorreram.

Baseado em Lakakos e Marconi (2003), foi utilizado o método comparativo que busca analisar os pontos em comum e os pontos distintos do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos na Região Metropolitana de Curitiba em relação a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

A metodologia utilizada na pesquisa levou em consideração a amostra deste estudo que é a Região Metropolitana de Curitiba. A análise foi realizada através de uma abordagem qualitativa que teve como objetivo entender as características da Região Metropolitana de Curitiba através dos fatores que influenciam uma boa gestão dos resíduos sólidos urbanos.

Para analisar esses fatores foram utilizados dados do IBGE de 2010, 2019 e 2020 para população, da COMEC de 2006 e 2020 e do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES) de 2013 para dados específicos dos municípios da Região Metropolitana de Curitiba.

Foi feita uma abordagem introdutória a respeito dos municípios da Região Metropolitana de Curitiba, comparando alguns fatores como a população, o IDH, a quantidade de resíduos gerados total e per capita, os resíduos recicláveis e a distância até a disposição final que diferenciam os 29 municípios, que foram necessários para as discussões.

3.2 SITUAÇÃO DA GESTÃO E DA DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA

Para verificar a situação da gestão dos resíduos sólidos urbanos foi feita uma análise se o município faz parte do consórcio intermunicipal CONCRESOL ou se realiza sua gestão independente, por meio da atuação de suas secretarias municipais.

Foi feita uma pesquisa bibliográfica através dos documentos do consórcio obtendo esses dados. Foram analisados os Planos de Gerenciamento do Tratamento e Destinação de Resíduos Sólidos de 2007 (CONRESOL, 2007) e de 2018 (CONRESOL, 2018); o Edital de Concorrência Pública 001/2019 - CONRESOL de 2019 (CONRESOL, 2019); o Estudo de Viabilidade Técnica e Econômico-Financeira (EVTE) de 2020 (CONRESOL, 2020). O Relatório da Situação da Disposição Final de

Resíduos Sólidos Urbanos no Estado do Paraná de 2012 elaborado pelo IAT serviu para análise (IAT, 2013) e também do ano 2017 (IAT, 2017).

Verificou-se também se o município destina seus resíduos de forma ambientalmente adequada em aterros sanitários ou se ainda destina em lixões. Outra análise foi se o município alterou a sua destinação dos resíduos sólidos urbanos e passou a ter uma destinação final ambientalmente adequada nesses últimos 10 anos.

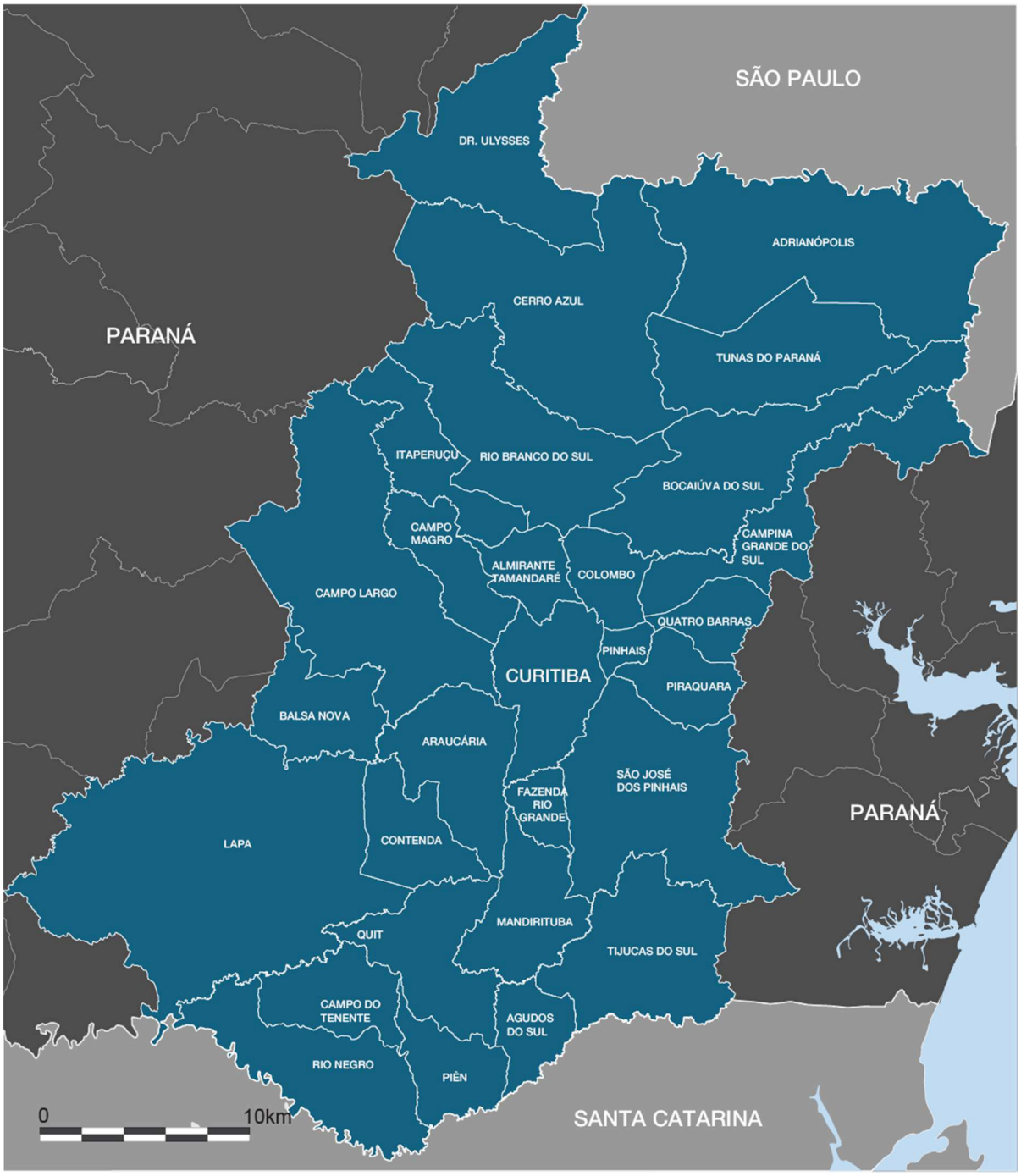
3.3 COMPARATIVO DOS MUNICÍPIOS DA RMC

Foi realizado uma análise, através do método comparativo, de diversos fatores que influenciam diretamente a gestão de resíduos sólidos urbanos. Foram analisadas as características dos municípios como a população, o IDH, a quantidade de resíduos gerados total e per capita, os resíduos recicláveis e a distância até a disposição final.

Os fatores que foram levados em consideração são a população, que é diretamente proporcional à geração total de resíduos; o índice de desenvolvimento humano, também diretamente proporcional à geração per capita de resíduos sólidos; a própria quantidade de geração per capita, relacionada a urbanização da população residente; e a distância até a destinação final, que influencia diretamente os custos da gestão de resíduos sólidos.

A FIGURA 12, ilustra o grupo de municípios da Região Metropolitana de Curitiba que são: Adrianópolis, Agudos do Sul, Almirante Tamandaré, Araucária, Balsa Nova, Bocaiúva do Sul, Campina Grande do Sul, Campo do Tenente, Campo Largo, Campo Magro, Cerro Azul, Colombo, Contenda, Curitiba, Doutor Ulysses, Fazenda Rio Grande, Itaperuçu, Lapa, Mandirituba, Piên, Pinhais, Piraquara, Quatro Barras, Quitandinha, Rio Branco do Sul, Rio Negro, Tijucas do Sul, São José dos Pinhais e Tunas do Paraná. (COMEC, 2020).

FIGURA 12 – MAPA DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA



FONTE: Adaptado de FNEM (2016)

3.3.1 População

A metodologia empregada nesta fase da pesquisa em relação a população da amostra foi uma análise qualitativa.

Foi utilizada a coleta e o levantamento de dados da população dos 29 municípios, tanto da população residente total do município, como apenas a

população urbana, disponibilizados pelo IBGE para os anos base da pesquisa, 2010, 2019 e 2020. (IBGE, 2010, 2019 e 2020).

Os dados de 2010, disponibilizados pelo IBGE, são referentes ao censo demográfico 2010.

Em 2020 haveria o censo demográfico, uma vez que que acontece a cada 10 anos, mas a coleta foi adiada devido a pandemia de COVID-19. Os dados de 2019 e 2020 foram obtidos a partir de uma estimativa populacional que o IBGE realiza todos os anos.

Para estimar a geração de resíduos per capita é necessário saber o número de habitantes atendidos pelo serviço de coleta de RSU. Devido à dificuldade de se estimar a população atendida por município foi utilizada a população urbana como mais próxima do que se pretendia, visando refletir o mais idêntico da realidade da amostra do estudo.

Também foram utilizados os dados do IPARDES sobre os perfis dos municípios indicando o grau de urbanização, necessários para indicar o quantitativo de coleta de resíduos sólidos, quando não foi possível a coleta dessa informação. (IPARDES, 2013).

3.3.2 IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

Para analisar o índice de desenvolvimento humano como um dos fatores que influenciam na gestão dos RSU foi feita uma abordagem qualitativa.

Os dados foram fornecidos pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) através do levantamento de dados dos IDHs dos municípios e do Atlas do Desenvolvimento Humano nas Regiões Metropolitanas Brasileiras. (PNUD, 2014).

O método foi comparativo realizado através da análise das populações de 2010 e 2020, dados fornecidos pelo IBGE, e a taxa de urbanização, dados fornecidos pelo IPARDES. (IPARDES, 2013).

Os dados de 2010, disponibilizados pelo IBGE, são referentes ao censo demográfico 2010.

Em 2020 haveria o censo demográfico, uma vez que que acontece a cada 10 anos, mas a coleta foi adiada devido a pandemia de COVID-19. Os dados de 2019 e

2020 foram obtidos a partir de uma estimativa populacional que o IBGE realiza todos os anos.

O PNUD não realizou o levantamento de dados dos IDHs dos municípios para 2020, pois utiliza dados obtidos no censo demográfico.

3.3.3 Quantidade de Resíduos Gerados Total e Per Capita

A quantidade de resíduos gerados total e per capita foi feita através de uma pesquisa qualitativa, já a quantidade de resíduos gerados per capita foi feita por meio de uma pesquisa quantitativa com uma análise qualitativa. O levantamento dos dados foi realizado através dos documentos do consórcio CONRESOL, como o Estudo de Viabilidade Técnica e Econômico-Financeira (EVTE) de 2020 e o Plano de Gerenciamento do Tratamento e Destinação de Resíduos Sólidos de 2007 e 2018.

A geração per capita foi obtida por meio da quantidade total de resíduos gerados pela população atendida pela coleta, prioritariamente a população urbana por dia. A quantidade de resíduos gerados per capita diária também foi determinada utilizando os dados da geração total anual pela população e dividindo por 365 dias.

Os dados da população foram fornecidos pelo IBGE (IBGE, 2010 e 2019), e a população atendida pela coleta de cada município, foram disponibilizados pelo SINIR, no Painel Gestão de Resíduos Sólidos - Indicadores Municipais (BRASIL, 2019b) e também pelo IPARDES (IPARDES, 2013) pela taxa de urbanização.

Para os municípios que não integram o consórcio foi realizada uma análise considerando a quantidade de resíduos gerados obtida através dos dados do SINIR, com ano base de 2013 para o primeiro ano disponibilizado e 2017 para o último ano. Alguns municípios não enviaram seus dados ao SINIR e para estes municípios a análise foi através de documentos municipais como o Plano Municipal de Saneamento Básico de Cerro Azul e o edital de concorrência pública de Doutor Ulysses.

O município de Rio Branco do Sul não forneceu dados para nenhum dos sistemas federais, SINIR E SNIS, nem dispõem de informações no site do município.

3.3.4 Resíduos Recicláveis

O estudo realizado em relação aos resíduos recicláveis foi executado através da coleta de dados obtidos pelo SINIR referente aos anos de 2013 e 2017, pois

apenas o SINIR apresentou os dados por municípios dos resíduos recicláveis. Na documentação do consórcio CONRESOL não foram apresentados dados referentes a geração de resíduos recicláveis anual para cada município.

A pesquisa foi qualitativa por meio de levantamentos dos dados através da análise para entender o cenário atual da Região Metropolitana de Curitiba em relação a reciclagem.

Para o cálculo dos resíduos recicláveis gerados per capita em kg/hab/ano foi utilizada uma pesquisa quantitativa-qualitativa, onde foi utilizado os dados dos resíduos recicláveis dividido pela população urbana com coleta nos anos de 2013 e 2017.

3.3.5 Distância até a Disposição Final

A distância da coleta até a disposição final é um fator relevante para a gestão dos RSU, assim foi realizada uma metodologia quantitativa-qualitativa considerando o levantamento da distância do centro urbano até o local da disposição final que o município utiliza, seja aterro sanitário ou lixão e a análise desses dados.

As distâncias foram calculadas pela distância do centro da cidade até a localização do aterro sanitário ou lixão do município.

Foram utilizados dados obtidos pelos documentos da CONRESOL de 2018 (CONRESOL, 2018) e do SNIS de 2019. (BRASIL, 2019b).

3.4 VERIFICAÇÃO DO CUMPRIMENTO DA PNRS

Foram divididos em dois grupos, um grupo dos municípios que integram o consórcio intermunicipal para a gestão dos resíduos sólidos, e um grupo dos municípios que não integram o consórcio e realizam sua gestão independente.

3.4.1 Grupo de Municípios Consorciados

A respeito da verificação do cumprimento da PNRS (BRASIL, 2010) foi realizada uma pesquisa bibliográfica acerca da análise dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) ou dos Planos de Saneamento Básico (PSB) incluindo os resíduos sólidos.

Foi verificado se o município tem o PMGIRS ou o PSB publicado, e se constam as informações previstas no Art. 19, da Lei nº 12.305, de 2010, que prevê que os planos devem conter um conteúdo mínimo como por exemplo o diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no respectivo território, contendo a origem, o volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final adotadas.

Outro item que foi verificado é se o município realiza o aproveitamento de recicláveis da coleta seletiva e se tem sua disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos urbanos.

Para a verificação do cumprimento foi feita uma análise qualitativa dos dados para compreender os eventos ocorridos no ano de 2010, ano da publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos e os eventos ocorridos após 10 anos, em 2020, em relação a destinação final e a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos urbanos da Região Metropolitana de Curitiba.

Cada município foi analisado individualmente apesar da documentação dos municípios que fazem parte do consórcio serem fornecidas pelo consórcio em consultas *on-line* em sites do consórcio. Também foram realizadas consultas *on-line* em sites de órgãos públicos que apresentaram dados oficiais atualizados, como Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) (BRASIL, 2019a), Ministério do Meio Ambiente (MMA) (BRASIL, 2019b), IBGE (IBGE, 2010, 2019 e 2020), COMEC (COMEC, 2006), IPARDES (IPARDES, 2013), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) (BRASIL, 2012 e 2018a).

3.4.2 Grupo de Municípios Não Consorciados

A respeito da verificação do cumprimento da PNRS pelos municípios que não integram o consórcio foi realizada uma pesquisa documental em relação a publicação e análise dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) ou dos Planos de Saneamento Básico (PSB) incluindo os resíduos sólidos.

Caso o município possua o PMGIRS ou o PSB publicado, foi verificado se constam as informações previstas no Art. 19, da Lei nº 12.305, de 2010, que prevê que os planos devem conter um conteúdo mínimo como por exemplo o diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no respectivo território, contendo a origem, o

volume, a caracterização dos resíduos e as formas de destinação e disposição final adotadas.

Outro tópico que também foi verificado é se o município realiza o aproveitamento de recicláveis da coleta seletiva e se tem sua disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos urbanos.

Para a verificação do cumprimento foi feita uma análise qualitativa dos dados para compreender os eventos ocorridos no ano da publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, 2010, e os eventos ocorridos após 10 anos, em 2020, em relação a destinação final e a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos urbanos da Região Metropolitana de Curitiba.

Para esses municípios, como não integram o consórcio, foi verificado no Portal da Transparência se receberam individualmente algum recurso financeiro do governo federal para conseguirem cumprir a PNRS. (BRASIL, 2020a). Os recursos financeiros da Administração Pública Federal estão previstos na Portaria Interministerial nº 424, de 30 de dezembro de 2016. (BRASIL, 2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este trabalho visa uma análise da situação da gestão dos resíduos sólidos urbanos na Região Metropolitana de Curitiba, com o intuito de gerar subsídios para a análise do cumprimento das responsabilidades estabelecidas na PNRS dos municípios estudados, considerando a complexidade da cadeia de gestão de resíduos sólidos urbanos da região.

Verificou-se se a destinação final dos RSU na Região Metropolitana de Curitiba atende a Política Nacional de Resíduos Sólidos em relação a reciclagem, compostagem, aproveitamento energético e disposição final ambientalmente adequada.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

A Região Metropolitana de Curitiba é formada por 29 municípios e é responsável por 32,17% da população do estado do Paraná, de acordo com o IBGE de 2020.

Formada pela capital do estado, Curitiba, e mais 28 municípios que se diferenciam em vários aspectos, como a população urbana e rural, atividade econômica, índice de desenvolvimento humano, entre outros que afetam a gestão dos resíduos sólidos urbanos.

Os municípios da região metropolitana, de acordo com a Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba (COMEC), são divididos entre aqueles que de fato pertencem a aglomeração metropolitana, que compõem o Núcleo Urbano Central (NUC) próximos a Curitiba, e aqueles constituídos pela maioria dos municípios. Esta denominação foi citada pelo IPARDES (2010) sobre a dinâmica urbana do estado.

Além disso, conforme a COMEC (2020), a Região Metropolitana de Curitiba possui três municípios com maior PIB do estado sendo Curitiba, São José dos Pinhais e Araucária. Curitiba se destaca por ser polo industrial, de comércio e serviços, São José dos Pinhais é polo automobilístico, e Araucária é polo petroquímico/industrial. Já os demais municípios são predominantemente rurais ou cidades dormitório.

Em um estudo realizado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) em 2014 sobre o desenvolvimento humano nas regiões metropolitanas brasileiras, verificou-se que a Região Metropolitana de Curitiba detém

IDHs variados desde o menor do estado, que é Doutor Ulysses, 0,546 (baixo); até o maior do estado que é Curitiba 0,823 (muito alto).

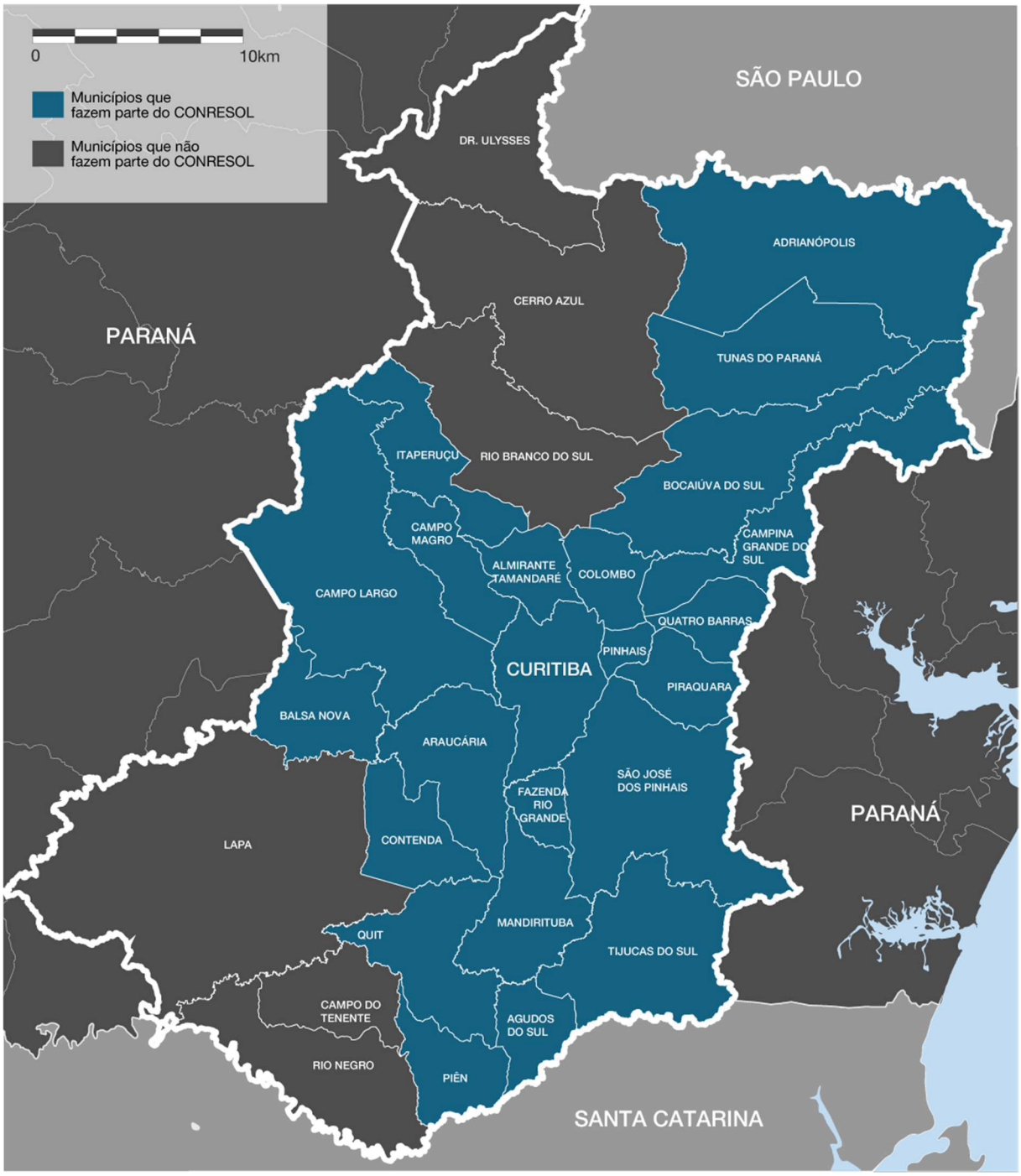
Apesar de pertencerem a região metropolitana e situando-se próximos a capital não são fatores suficientes para diminuir a diferença socioeconômica que existe entre os municípios da região. Um exemplo é a taxa de pobreza, verificada no estudo realizado pelo IPARDES (2003) sobre as famílias pobres no estado do Paraná, que para Curitiba é de 8,6%, para os integrantes do NUC é de 21%, e para os demais municípios é em média de 35%, sendo a pior taxa de pobreza para o município de Doutor Ulysses, de 57%.

Desta forma a capital difere completamente do restante dos municípios da região metropolitana segundo Lima e Bidarra (2019), inclusive dos municípios que tendem a crescer com ela, como Pinhais e São José dos Pinhais.

Esta diferença reflete na gestão dos resíduos sólidos urbanos, pois depende exclusivamente do orçamento do município para realizar a coleta, transporte e disposição final dos resíduos sólidos urbanos. Normalmente há outros problemas mais graves no município, tornando-se uma dificuldade para implementar melhorias necessárias para o cumprimento da PNRS.

O grupo de municípios que integram o CONRESOL são: Adrianópolis, Agudos do Sul, Almirante Tamandaré, Araucária, Balsa Nova, Bocaiúva do Sul, Campina Grande do Sul, Campo Largo, Campo Magro, Colombo, Contenda, Curitiba, Fazenda Rio Grande, Itaperuçu, Mandirituba, Piên, Pinhais, Piraquara, Quatro Barras, Quitandinha, Tijucas do Sul, São José dos Pinhais e Tunas do Paraná, e estão ilustrados na FIGURA 13. (CONRESOL, 2020).

FIGURA 13 – MAPA DOS MUNICIPIOS QUE FAZEM PARTE DA CONRESOL 2020



FONTE: Adaptado de CONRESOL (2018)

Apesar de se tratar de uma região metropolitana, a oitava mais populosa do Brasil, ainda há inúmeras diferenças entre os municípios, supracitadas, que afetam diretamente na geração de resíduos e sua disposição final. Mesmo a PNRS tratar de forma diferente os municípios em relação a população, haveria uma necessidade da atuação direta da União, através de recursos e políticas públicas, para que os

municípios com PIB menores pudessem também cumprir com a legislação de resíduos sólidos.

4.2 SITUAÇÃO DA GESTÃO E DA DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA

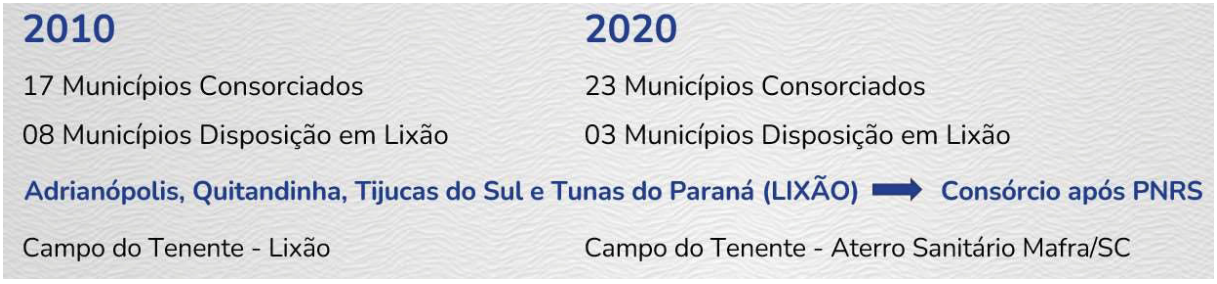
Muitos municípios que atualmente fazem parte do consórcio CONRESOL, antes faziam a sua própria gestão dos resíduos sólidos e nos últimos anos passaram a fazer parte do consórcio. De acordo com o Estudo de Viabilidade Técnica e Econômico-Financeira elaborado pela CONRESOL em 2020, são eles os municípios de Adrianópolis, Agudos do Sul, Itaperuçu, Piên, Piraquara, Tijucas do Sul e Tunas do Paraná. Em 2021, o município de Rio Branco do Sul firmou a participação no consórcio, publicado no site da prefeitura. (Rio Branco do Sul, 2021).

Em 2011, segundo o IAT (2013), dos 29 municípios da Região Metropolitana de Curitiba, 08 municípios tinham como disposição final os lixões. Em 2010, dos 29 municípios da região metropolitana, 17 integravam o consórcio e tinham sua disposição dos RSU em aterro sanitário. Em 2020, 23 municípios já integravam o consórcio tendo sua disposição no aterro sanitário Fazenda Rio Grande.

Os municípios de Adrianópolis, Quitandinha, Tijucas do Sul e Tunas do Paraná após a publicação da PNRS, em 2010, passaram a fazer parte do consórcio, e ter a disposição final de seus resíduos em aterro sanitário. O município de Campo do Tenente tinha a disposição dos seus resíduos em lixão e depois da PNRS passou a dispor no aterro sanitário do município de Mafra, em Santa Catarina.

A FIGURA 14 traz a situação em 2010 e em 2020 mostrando as mudanças ocorridas no cenário da gestão dos resíduos sólidos urbanos.

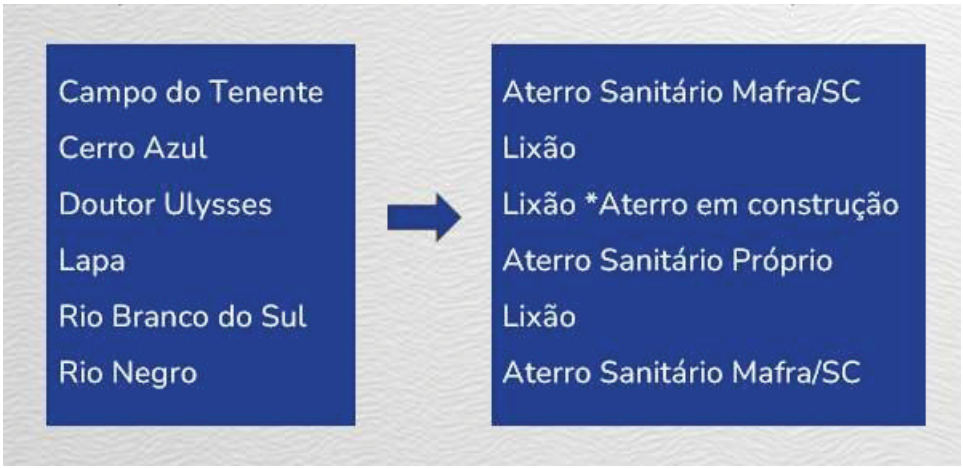
FIGURA 14 – SITUAÇÃO DA GESTÃO E DISPOSIÇÃO DOS RSU NA RMC



FONTE: O Autor (2022)

A FIGURA 15 traz a situação da disposição final em 2020 dos municípios que não integram o consórcio, mostrando que ainda há municípios que fazem parte da região metropolitana de Curitiba e ainda dispõem em lixões.

FIGURA 15 – SITUAÇÃO DA DISPOSIÇÃOFINAL DOS RSU NOS MUNICÍPIOS QUE NÃO INTEGRAM O CONSÓRCIO



FONTE: O Autor (2022)

Na TABELA 3 estão os dados referentes à disposição final dos resíduos sólidos urbanos em 2011, logo após a publicação da PNRS, e 2018, após quase uma década da sua publicação; e o ano em que os municípios que fazem parte do consórcio aderiram ao CONRESOL.

TABELA 3 – SITUAÇÃO DA DISPOSIÇÃO FINAL DE RSU DOS MUNICÍPIOS E ANO QUE ADERIRAM AO CONRESOL

Município	**Disposição Final de RSU**		**Ano que Aderiu ao CONRESOL**
	2011	2018	
Adrianópolis	Lixão e aterro sanitário	Aterro Sanitário FRG	2016
Agudos do Sul	Aterro Sanitário Próprio	Aterro Sanitário FRG	2012
Almirante Tamandaré	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário FRG	2001
Araucária	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário FRG	2001
Balsa Nova	Aterro Sanitário Próprio	Aterro Sanitário Próprio	2001
Bocaiúva do Sul	Aterro Sanitário com transbordo para Colombo	Aterro Sanitário FRG	2001
Campina Grande do Sul	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário FRG	2001
Campo do Tenente	Lixão	Aterro Sanitário Mafra/SC	-
Campo Largo	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário FRG	2001
Campo Magro	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário FRG	2001
Cerro Azul	Lixão	Lixão	-
Colombo	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário FRG	2001
Contenda	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário FRG	2001
Curitiba	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário FRG	2001
Doutor Ulysses	Lixão	Lixão – Aterro Sanitário em construção	-
Fazenda Rio Grande	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário FRG	2001
Itaperuçu	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário FRG	2015
Lapa	Aterro Sanitário Próprio	Aterro Sanitário Próprio	-
Mandirituba	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário FRG	2001
Piên	Aterro Sanitário particular	Aterro Sanitário FRG	2013
Pinhais	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário FRG	2001
Piraquara	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário FRG	2012
Quatro Barras	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário FRG	2001
Quitandinha	Lixão	Aterro Sanitário FRG	2001
Rio Branco do Sul	Lixão	Lixão – Assinou com CONRESOL em 2021	2021
Rio Negro	Aterro Sanitário particular	Aterro Sanitário Mafra/SC	-
São José dos Pinhais	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário FRG	2001
Tijucas do Sul	Lixão	Aterro Sanitário FRG	2012
Tunas do Paraná	Lixão	Aterro Sanitário FRG	2012

FONTE: Adaptado de CONRESOL (2020), IAT (2013) e BRASIL (2019b).

LEGENDA: FRG – Fazenda Rio Grande

Observa-se que após a implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos alguns municípios aderiram ao consórcio por ser mais vantajoso economicamente, e ter a garantia que a disposição final é ambientalmente adequada, ao invés de construir um aterro sanitário do município para cumprir o exigido na PNRS.

Houve uma melhora no cenário, pois em 2010 dos 29 municípios da RMC, 8 tinham sua disposição em lixões, e após a implantação da PNRS, apenas 3 municípios ainda tem disposição ambientalmente inadequada em lixões. Desses municípios, Rio Branco do Sul já assinou sua integração ao consórcio e Doutor Ulysses está concluindo a execução do aterro sanitário municipal.

A gestão dos resíduos é realizada por cada município, sendo ele responsável pela disposição final dos resíduos sólidos gerados, devendo gerir desde a coleta até a disposição final, incluindo a separação dos resíduos recicláveis para reaproveitamento, seja material ou energético, obedecendo a PNRS. (BRASIL, 2010).

Atualmente a disposição dos resíduos é realizada no aterro sanitário localizado no município de Fazenda Rio Grande, de acordo com o CONRESOL 2018, mas sua vida útil é de até 20 anos dependendo da quantidade de resíduos disposta, tendo iniciado suas operações em 2011. Dessa forma o contrato vigente para a disposição final deve encerrar antes de 2031, pois o contrato está em prorrogação emergencial até que novo contrato seja firmado prevendo uma nova área para a instalação de um aterro sanitário.

A Região Metropolitana de Curitiba possui algumas limitações para a implantação de novas plantas para tratamento ou disposição final ambientalmente adequada de resíduos sólidos, devido a sua conformação geológica e locacional. (CONRESOL, 2020)

Os municípios do Núcleo Urbano Central (NUC) possuem incidência de áreas urbanizadas, vários outros municípios, segundo CONRESOL (2018), possuem áreas de preservação de mananciais, áreas de unidades de conservação ou unidades de tratamento de planejamento. Possuem também restrições em função das formações geológicas e região Carste.

De acordo com o mapa geológico do Paraná (MINEROPAR, 2006), Carste é uma formação geológica formada por rochas calcárias solúveis em água acidificada criando grandes galerias como cavernas e uma complexa drenagem subterrânea, que são perfeitos reservatórios de água potável.

Até 2010 os resíduos dos municípios consorciados eram dispostos no aterro sanitário de Curitiba, no bairro Caximba. Desde então os resíduos domésticos são dispostos no aterro sanitário da Fazenda Rio Grande, e os resíduos industriais são dispostos no aterro sanitário em Curitiba, no bairro Cidade Industrial. Porém essa solução é temporária até que o consórcio realize um contrato através da Concorrência Pública 001/2019. (CONRESOL, 2019).

No edital estão previstas algumas soluções que vem de encontro com as soluções atualmente encontradas em diversos países. De acordo com o Edital elaborado pela CONRESOL (2019), está previsto a implantação de 4 unidades de transbordo e de triagem mecanizada de materiais com foco no aproveitamento de recicláveis.

Ainda segundo o edital elaborado pela CONRESOL (2019), com essa triagem será possível a recuperação de cerca de 15% dos resíduos da coleta domiciliar na forma de recicláveis, 16% na forma de combustível derivado de resíduos (CDR). O restante será encaminhado para aterro sanitário privado, credenciado pelo CONRESOL, através de um sistema de transporte mais eficiente que o atual.

A localização das unidades de triagem será nos municípios de Colombo, Curitiba, Pinhais e São José dos Pinhais, e de transbordo será no município de Fazenda Rio Grande. Com isso haverá a redução das distâncias de transporte dos municípios, e em relação aos municípios próximos ao aterro e afastados do novo sistema, está prevista uma estação de transbordo em Fazenda Rio Grande.

Posteriormente será realizado o aproveitamento da parcela orgânica com a implantação de uma unidade de biodigestão em São José dos Pinhais para tratar a parcela orgânica triada das unidades de Pinhais e São José dos Pinhais. Será possível o aproveitamento de 20% dos resíduos da coleta domiciliar na forma de matéria orgânica. Atualmente não é realizado nenhum programa com este aproveitamento. (CONRESOL, 2019).

A unidade de biodigestão de São José dos Pinhais passará a tratar a parcela orgânica triada na unidade de Curitiba. Também será implantada uma unidade de biodigestão em Colombo para tratar os resíduos orgânicos triados nas unidades de Colombo e Pinhais. (CONRESOL, 2019).

Com estas unidades passa-se a aproveitar 36% dos resíduos da coleta domiciliar na forma de matéria orgânica, gerando biogás, energia térmica e elétrica.

Dessa forma, após a contratação deste serviço de destinação final ambientalmente adequada para os municípios integrantes do consórcio, será possível utilizar da melhor forma o tratamento dos resíduos, dispondo, apenas o que não tem aproveitamento, em aterro sanitário.

Para os municípios que são consorciados, mas que ainda não cumprem totalmente com o que a legislação entende por destinação final ambientalmente adequada, poderão atender a PNRS adotando a destinação final ambientalmente adequada através da nova contratação. (CONRESOL, 2019).

O não cumprimento ocorre pois não há campanhas educativas para reutilização dos resíduos, nem a prática da compostagem, recuperação e aproveitamento energético mais efetivo para minimizar os impactos ambientais.

O Tribunal de Contas do Estado do Paraná (TCE-PR) analisou o Edital de Concorrência Pública nº 001/2019 e apontou que houve uma escolha equivocada da tecnologia do tratamento mecânico biológico e diversos equívocos em relação ao aterro sanitário, porém não detalhou quais os problemas. (PARANÁ, 2020).

Também constatou que a tecnologia escolhida não permite o atingimento da meta de disposição final em aterro sanitário de no máximo 25% em relação aos resíduos gerados. (PARANÁ, 2020).

O consórcio deverá revisar o edital para futura licitação, entretanto até o início de 2022 não houve atualização. Esta demora para a contratação de empresa responsável pela destinação dos RSU afeta a qualidade da gestão e do tratamento dos resíduos, impactando o meio ambiente e descumprindo com o estabelecido na PNRS.

4.3 COMPARATIVO DOS MUNICÍPIOS DA RMC

Os 29 municípios que integram a região metropolitana têm realidades diversas, tanto econômica como populacional, e isso afeta a gestão dos resíduos sólidos. A forma como o município trata essa questão está diretamente relacionada à questão financeira, por se tratar de um custo para o município, e a urbanização do município, que afeta diretamente a coleta dos resíduos sólidos urbanos.

4.3.1 População

A população residente é a população total de um município e está diretamente ligada a quantidade gerada de resíduos sólidos.

Já a população urbana normalmente é a população atendida pela coleta de RSU de um município, podendo ocorrer uma variação da população atendida com a coleta caso o município também realize coleta em algumas áreas rurais.

Apenas os municípios de Curitiba e Pinhais tem a população totalmente urbanizada, e consequentemente com 100% de coleta de seus RSUs.

Os municípios com taxa de urbanização menores são os municípios de Tijucas do Sul e Doutor Ulysses, com taxa de urbanização abaixo de 20%, refletindo em um menor número da população atendida com coleta de RSU.

Houve um crescimento da população em relação a 2010 e 2018, a Região Metropolitana de Curitiba tinha 3.223.836 de habitantes em 2010, recentemente em 2018 passou para uma população de 3.615.027 habitantes, caracterizando um crescimento de 12% para quase uma década.

Em relação a população urbana, em 2010 havia 2.956.272 de habitantes que eram atendidos pela coleta de resíduos, em 2018 havia 3.277.702 de habitantes, representando um crescimento de 10,8%.

Os municípios da RMC têm uma taxa de urbanização média de 61,81% em 2010, caracterizando municípios com mais coletas, maior geração per capita e de resíduos recicláveis.

A TABELA 4 apresenta os dados da população residente do município disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE para os anos base da pesquisa, 2010 e 2018. (IBGE, 2010 e 2019). A população urbana atendida com coleta de RSU calculados a partir da taxa de urbanização apresentados pelo IPARDES para o ano de 2010. (IPARDES, 2010). Para o ano de 2018, os dados foram fornecidos no Painel de Resíduos Sólidos Urbanos do SINIR. (BRASIL, 2019a).

TABELA 4 – POPULAÇÃO RESIDENTE, POPULAÇÃO URBANA E TAXA DE URBANIZAÇÃO

Município	População Residente		População Urbana		Taxa de Urbanização (%)
	2010	2018	2010	2018	2010
Adrianópolis	6.376	5.983	2.060	2.501	32,31
Agudos do Sul	8.270	9.269	2.822	4.054	34,12
Almirante Tamandaré	103.204	117.168	98.892	108.398	95,82
Araucária	119.123	141.410	110.205	125.453	92,51
Balsa Nova	11.300	12.787	6.870	6.870	60,80
Bocaiúva do Sul	10.987	12.755	5.128	6.000	46,67
Campina Grande do Sul	38.769	42.880	31.961	35.455	82.44
Campo do Tenente	7.125	7.894	4.194	5.171	58.86
Campo Largo	112.377	130.091	94.171	104.961	83,80
Campo Magro	24.843	28.885	19.547	20.803	78.68
Cerro Azul	16.938	17.779	5.001	7.000	28,39
Colombo	212.967	240.840	203.203	226.125	95,42
Contenda	15.891	18.326	9.231	11.323	58,09
Curitiba	1.751.907	1.917.185	1.751.907	1.917.185	100
Doutor Ulysses	5.727	5.609	929	933	16,22
Fazenda Rio Grande	81.675	98.368	75.928	83.262	92,96
Itaperuçu	23.887	28.187	19.956	19.860	83.54
Lapa	44.932	47.909	27.222	28.604	60.58
Mandirituba	22.220	26.411	7.414	10.719	33.37
Piên	11.236	12.606	4.523	5.135	40,25
Pinhais	117.008	130.789	117.008	130.789	100
Piraquara	93.207	111.052	45.738	56.676	49,07
Quatro Barras	19.851	23.199	17.941	20.760	90,38
Quitandinha	17.089	18.873	4.887	6.049	28,60
Rio Branco do Sul	30.650	32.273	22.045	23.326	71,92
Rio Negro	31.274	33.922	25.710	27.977	82,21
São José dos Pinhais	264.210	317.476	236.895	276.778	89.66
Tijucas do Sul	14.537	16.646	5.285	5.862	15,72
Tunas do Paraná	6.256	8.509	2.792	3.309	44,63
TOTAL	**3.223.836**	**3.615.027**	**2.956.272**	**3.277.702**	**Média: 61,81**

FONTE: Adaptado BRASIL (2019b), IBGE (2010 e 2020) e IPARDES (2021).

4.3.2 IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD (2014) conceitua o índice de desenvolvimento humano (IDH) como uma medida resumida de três fatores do desenvolvimento humano, como renda, educação e saúde; podendo avaliar os níveis de desigualdade e as oportunidades que uma população possa ter. O índice de desenvolvimento humano está relacionado com as taxas de pobreza ou riqueza de uma população, pois uma população mais rica tem mais acesso a saúde e educação.

Por esse motivo, o IDH é diretamente proporcional à geração per capita de resíduos sólidos, pois uma população mais rural gera mais resíduos orgânicos e uma população mais urbanizada consome mais produtos industrializados, gerando uma maior quantidade de resíduos per capita e de resíduos recicláveis.

A TABELA 5 apresenta o IDH de 2010 dos municípios da Região Metropolitana de Curitiba, disponibilizados pelo PNUD (2014), os dados da população residente urbana do município fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística para o ano de 2010, e para o ano de 2018, os dados foram obtidos no Painel de Resíduos Sólidos Urbanos do SINIR. (BRASIL, 2019a).

TABELA 5 – IDH, POPULAÇÃO URBANA E TAXA DE URBANIZAÇÃO

Município	IDH	População Urbana		Taxa de Urbanização (%)
	2010	2010	2018	2010
Adrianópolis	0,667 médio	2.060	2.501	32,31
Agudos do Sul	0,660 médio	2.822	4.054	34,12
Almirante Tamandaré	0,699 médio	98.892	108.398	95,82
Araucária	0,740 alto	110.205	125.453	92,51
Balsa Nova	0,696 médio	6.870	6.870	60,80
Bocaiúva do Sul	0,640 médio	5.128	7.620	46,67
Campina Grande do Sul	0,718 alto	31.961	35.455	82.44
Campo do Tenente	0,686 médio	4.194	5.171	58.86
Campo Largo	0,745 alto	94.171	104.961	83,80
Campo Magro	0,701 alto	19.547	20.803	78.68
Cerro Azul	0,573 baixo	5.001	7.000	28,39
Colombo	0,733 alto	203.203	226.125	95,42
Contenda	0,681 médio	9.231	11.323	58,09
Curitiba	0,823 muito alto	1.751.907	1.917.185	100
Doutor Ulysses	0,546 baixo	929	933	16,22
Fazenda Rio Grande	0,720 alto	75.928	83.262	92,96
Itaperuçu	0,637 médio	19.956	19.860	83.54
Lapa	0,706 alto	27.222	28.604	60.58
Mandirituba	0,655 médio	7.414	10.719	33.37
Piên	0,694 médio	4.523	5.135	40,25
Pinhais	0,751 alto	117.008	130.789	100
Piraquara	0,700 alto	45.738	56.676	49,07
Quatro Barras	0,742 alto	17.941	20.760	90,38
Quitandinha	0,680 médio	4.887	6.049	28,60
Rio Branco do Sul	0,679 médio	22.045	23.326	71,92
Rio Negro	0,760 alto	25.710	27.977	82,21
São José dos Pinhais	0,758 alto	236.895	276.778	89.66
Tijucas do Sul	0,636 médio	5.285	5.862	36,35
Tunas do Paraná	0,611 médio	2.792	3.309	44,63
Total		2.956.272	3.277.702	

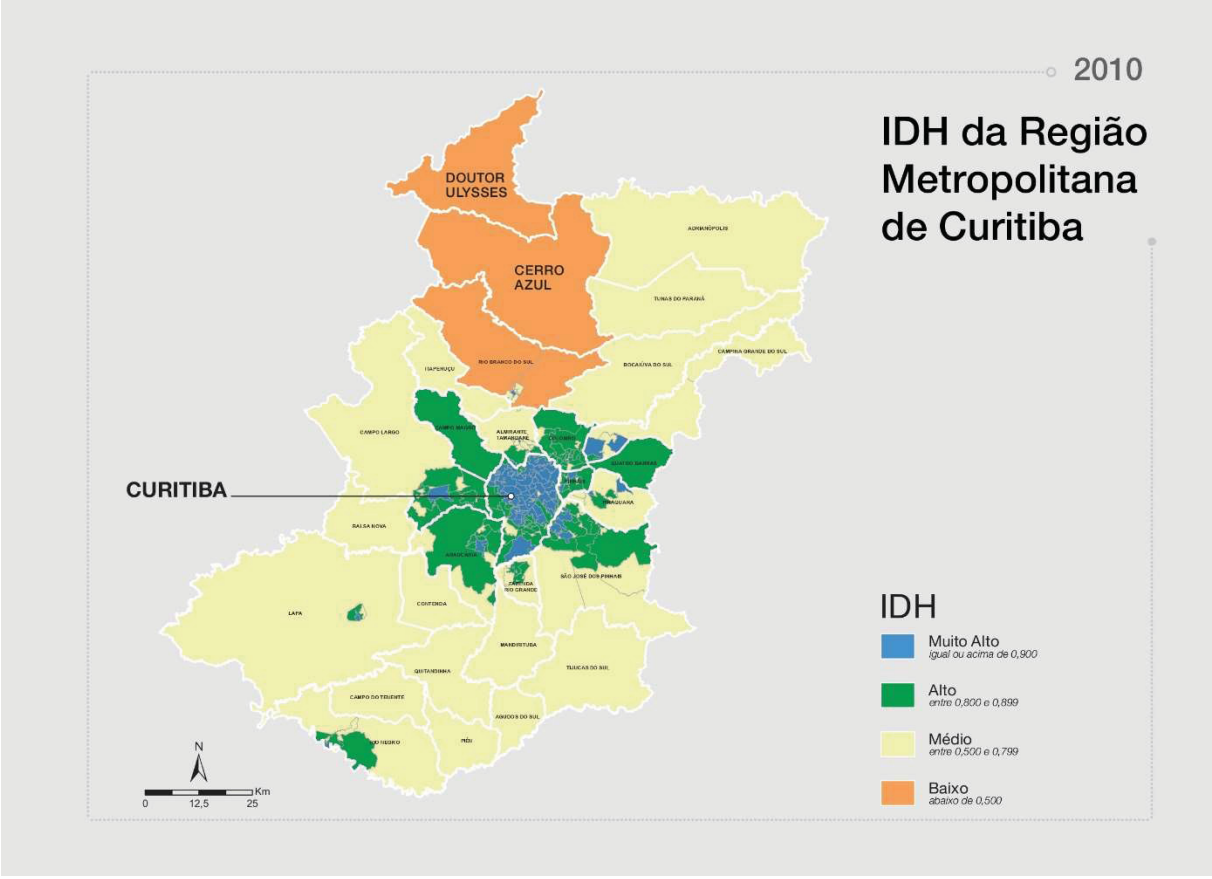
FONTE: Adaptado de BRASIL (2019b), IBGE (2010 e 2020), IPARDES (2021) e PNUD (2010).

Os municípios da região que têm os menores IDHs também têm IDHs considerados baixos que são os municipios de Cerro Azul e Doutor Ulysses, caracterizando municípios com situações críticas de saúde, educação e renda. A capital Curitiba tem o maior IDH e também um IDH muito alto, concentrando uma população com acesso a saúde, educação e renda.

Isto reflete diretamente na gestão dos resíduos sólidos urbanos pois está diretamente relacionado ao custo que gera uma boa gestão de RSU com uma destinação final ambientalmente adequada.

A FIGURA 16 ilustra o mapa da Região Metropolitana de Curitiba com seus respectivos IDH por região. Nota-se que nas áreas urbanas de alguns municípios o IDH é maior que nas áreas rurais, indicando a dificuldade que essas regiões têm em relação a educação, saúde e renda.

FIGURA 16 – IDH DOS MUNICIPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA



FONTE: Adaptado de PNUD (2014)

4.3.3 Quantidade de Resíduos Gerados Total e Per Capita

A quantidade de resíduos gerados anualmente inclui tanto resíduos orgânicos como resíduos recicláveis, considerando toda a geração de RSU de uma população, independente da sua destinação final.

A geração per capita é calculada a partir da quantidade de resíduos gerados anualmente por um indivíduo, e essa quantidade varia de acordo com o consumo. Se o consumo é mais industrializado, gera mais resíduos recicláveis, e se o consumo é menos industrializado, gera uma parcela maior de resíduos orgânicos.

A quantidade de geração per capita está relacionada com a urbanização da população residente, pois afeta a coleta dos resíduos que abrange as áreas urbanas, mas nem sempre contempla a área rural devido a distância não ser economicamente viável dependendo da situação financeira do município.

Em 2011 foram geradas 821.639,7 toneladas de resíduos, em 2018 foram 892.408,9 de toneladas de resíduos, um aumento de 8,6%.

A TABELA 6 apresenta a quantidade de resíduos sólidos gerados em kg/ano dos municípios integrantes do consórcio CONRESOL. Apresenta também a geração per capita em kg/hab/ano, que foi calculada pela quantidade total de resíduos sólidos urbanos gerados por uma população atendida que conta com coleta de cada município da pesquisa. Estes dados são relativos a 2011 e 2018, primeiro e último ano de registro fornecido pelo CONRESOL.

TABELA 6 – QUANTIDADE DE RESÍDUOS GERADOS E GERAÇÃO PER CAPITA DE 2011 E 2018 DOS MUNICÍPIOS INTEGRANTES DO CONRESOL

Município	**Quantidade Resíduos Gerados (kg/ano)**		**Geração Per Capita (kg/hab/dia)**	
	2011	2018	2011	2018
Adrianópolis	300.000	681.060	0,40	0,75
Agudos do Sul	855.000	965.780	0,61	0,65
Almirante Tamandaré	16.247.620	19.599.220	0,45	0,5
Araucária	25.469.860	29.162.470	0,63	0,64
Balsa Nova	2.130.000	1.789.520	0,72	0,71
Bocaiúva do Sul	1.183.750	2.024.310	0,63	0,64
Campina Grande do Sul	6.096.570	7.032.930	0,52	0,54
Campo Largo	17.606.050	22.132.500	0,51	0,58
Campo Magro	3.706.050	4.595.330	0,52	0,61
Colombo	44.996.140	49.525.530	0,61	0,60
Contenda	1.656.540	2.217.680	0,49	0,54
Curitiba	573.661.467	585.984.970	0,90	0,84
Fazenda Rio Grande	15.103.650	23.655.320	0,54	0,78
Itaperuçu	3.550.000	3.341.720	0,49	0,46
Mandirituba	2.402.110	3.700.690	0,70	0,77
Piên	1.200.000	1.111.110	0,73	0,56
Pinhais	27.293.090	32.091.790	0,64	0,67
Piraquara	13.758.850	19.185.090	0,81	0,83
Quatro Barras	4.496.000	4.516.000	0,60	0,62
Quitandinha	1.164.490	1.565.790	0,65	0,71
São José dos Pinhais	59.175.330	75.620.330	0,68	0,75
Tijucas do Sul	1.436.450	1.706.870	0,63	0,67
Tunas do Paraná	690.200	793.720	0,68	0,66
TOTAL	**821.639.707**	**892.408.910**	**Média: 0,61**	**Média: 0,66**

FONTE: Adaptado de BRASIL (2019b) e CONRESOL (2019).

Observa-se que houve um aumento tanto na quantidade total de resíduos sólidos urbanos gerados como na geração per capita, caracterizando um aumento do consumo. Seguindo a tendência nacional onde ocorre o aumento da geração per capita de resíduos, a região metropolitana se manteve na mesma direção aumentando, em média, de 0,61 para 0,66, um aumento de 8,2%.

Neste cenário há uma necessidade de priorizar campanhas educativas para implementar os objetivos da PNRS que é a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, diminuindo a quantidade destinada aos aterros sanitários e a utilização de matéria-prima extraída da natureza.

As campanhas educativas também podem ser através de programas sociais para não haver desperdício de comida, que é a principal fonte dos resíduos orgânicos dispostos em aterros.

Dois dos objetivos da Política Nacional de Educação Ambiental são o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social; e o incentivo à participação individual e coletiva na preservação do equilíbrio do meio ambiente. Esses objetivos podem ser colocados em prática através de campanhas educativas em nível nacional, estadual ou municipal gerando mudanças de comportamento e, consequentemente, uma mudança no quantitativo dos resíduos gerados e dispostos em aterros sanitários.

O objetivo da Educação Ambiental é, principalmente, fazer com que a população entenda os problemas causados ao meio ambiente, e incentivar a busca por práticas para a solução destes problemas.

Quando o Brasil assinou a agenda 2030 se comprometendo com os 17 objetivos do desenvolvimento sustentável estabelecida pela Assembleia-Geral das Nações Unidas em 2015, parecia que muitas mudanças seriam realizadas. Entretanto, quando os dados em 2020 são analisados, verifica-se que o cenário planejado não está sendo cumprido.

De acordo com um estudo apresentado na Câmara dos Deputados (2021), há indicativos de retrocesso em mais da metade das metas da agenda 2030, e as metas ambientais não estão diferentes. Um dos problemas encontrados é a falta de dados para monitorar esses objetivos. Outro problema é a falta de incentivo do governo federal para o cumprimento desses objetivos, que interfere diretamente nas políticas adotadas nos estados e municípios.

Para os municípios que integram o consórcio houve um aumento da geração per capita, indicando que a meta para 2030 não será cumprida se não houver uma interferência governamental estimulando mudanças de comportamento da população e dos municípios.

Para os municípios que não integram o consórcio CONRESOL verificou-se que a quantidade de resíduos sólidos é menor em relação aos municípios que

integram o consórcio, o que indica que o consumo é menor e são municípios menos urbanizados. A TABELA 7 apresenta os valores dos 6 municípios que não integram o consórcio.

TABELA 7 – QUANTIDADE DE RESÍDUOS GERADOS E GERAÇÃO PER CAPITA DE 2013 E 2017 DOS MUNICÍPIOS NÃO INTEGRANTES DO CONRESOL

Município	**Quantidade Resíduos Gerados (kg/ano)**		**Geração Per Capita (kg/hab/dia)**	
	2013	2017	2013	2017
Campo do Tenente	834.000	927.000	0,54	0,49
Cerro Azul	1.865.00	1.607.460	0,73	0,63
Doutor Ulysses	386.320	583.080	0,60	0,65
Lapa	9.600.000	5.881.000	0,81	0,80
Rio Branco do Sul	-	-	-	-
Rio Negro	5.983.000	6.687.000	0,61	0,66
TOTAL	**16.803.320**	**15.685.540**	**0,66**	**0,65**

FONTE: Adaptado de, BRASIL (2018b e 2019b), DOUTOR ULYSSES (2018), CERRO AZUL (2017).

Em 2013 foram geradas 16.803,32 toneladas de resíduos, em 2017 foram 15.685,54 de toneladas de resíduos, uma diminuição de 6,65%. A geração per capita em 2013 foi de 0,66 kg/hab/dia ou 240,9 kg/hab/ano e em 2017 foi de 0,65 kg/hab/dia ou 237,25 kg/hab/ano, uma diminuição de 1,51%.

Verificou-se que houve uma pequena diminuição tanto na quantidade total de resíduos sólidos urbanos gerados como na geração per capita, caracterizando uma diminuição do consumo ou da própria coleta.

Os dados analisados são fornecidos pelos próprios municípios e pode haver uma diferença entre a realidade e o que foi informado, pois se trata de municípios pequenos que muitas vezes não tem corpo técnico qualificado para realizar este controle e repassar a informação correta dos seus dados, e também dispõem em lixões que pode haver um desinteresse em controle do que está sendo descartado.

Não se pode afirmar que de fato houve essa diminuição, pois não há controle dessas informações, havendo a necessidade de uma fiscalização por parte do governo federal a respeito da aplicação da PNRS e incentivo para repasse dos dados de forma confiável.

Enfatizando também que há a necessidade de priorizar, para esses municípios, campanhas educativas implementando os objetivos da PNRS, que é a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, para só depois de esgotada toda a forma de tratamento temos a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Apesar das diferenças entre os municípios que integram ou não o consórcio, pode-se verificar que os dados são próximos para geração de resíduos per capita. Um dos fatores é que a pesquisa levou em consideração a população urbana para o cálculo da geração per capita.

A coleta dos municípios da RMC não é igual, atendendo a população urbana de cada município em geral, deixando de atender a população rural. Então, se o município tem uma população urbana maior, tem uma coleta mais representativa, com maior abrangência. Para os municípios que tem uma população rural maior, tem uma coleta com abrangência menor, mas a geração per capita é a geração da população urbana, não interferindo no cálculo final.

Com isso verificou-se que os valores para geração per capita entre os dois grupos são parecidos, mas em se tratando da geração total são distintos pois os municípios maiores tem uma população urbana maior que os municípios menores, que são majoritariamente rurais.

Comparando a taxa de urbanização e a geração per capita temos os dados da TABELA 8 que apresenta os valores dos 29 municípios da RMC.

TABELA 8 – TAXA DE UBANIZAÇÃO E GERAÇÃO PER CAPITA

Município	Taxa de Urbanização (%)	Geração Per Capita (kg/hab/dia)	
	2010	2011/2013	2017/2018
Adrianópolis	32,31	0,40	0,75
Agudos do Sul	34,12	0,61	0,65
Almirante Tamandaré	95,82	0,45	0,5
Araucária	92,51	0,63	0,64
Balsa Nova	60,80	0,72	0,71
Bocaiúva do Sul	46,67	0,63	0,64
Campina Grande do Sul	82.44	0,52	0,54
Campo do Tenente	58.86	0,54	0,49
Campo Largo	83,80	0,51	0,58
Campo Magro	78.68	0,52	0,61
Cerro Azul	28,39	0,73	0,63
Colombo	95,42	0,61	0,60
Contenda	58,09	0,49	0,54
Curitiba	100	0,90	0,84
Doutor Ulysses	16,22	0,60	0,65
Fazenda Rio Grande	92,96	0,54	0,78
Itaperuçu	83.54	0,49	0,46
Lapa	60.58	0,81	0,80
Mandirituba	33.37	0,70	0,77
Piên	40,25	0,73	0,56
Pinhais	100	0,64	0,67
Piraquara	49,07	0,81	0,83
Quatro Barras	90,38	0,60	0,62
Quitandinha	28,60	0,65	0,71
Rio Branco do Sul	71,92	-	-
Rio Negro	82,21	0,61	0,66
São José dos Pinhais	89.66	0,68	0,75
Tijucas do Sul	36,35	0,63	0,67
Tunas do Paraná	44,63	0,68	0,66

FONTE: Adaptado de BRASIL (2019b), CONRESOL (2019) e IPARDES (2021).

Apesar de alguns municípios terem uma taxa de urbanização acima de 90%, como Almirante Tamandaré, Araucária, Colombo e Quatro Barras, tem uma geração per capita baixo de 0,45 a 0,64 kg/hab/dia. O município de Pinhais tem uma taxa de urbanização de 100%, mas também tem uma geração per capita bem mais baixa, de 0,64 e 0,67 kg/hab/dia comparando com a capital Curitiba, que é de 0,9 e 0,84 kg/hab/dia.

Municípios que tem taxa de urbanização bem baixas, como Agudos do Sul, Cerro Azul, Doutor Ulysses, Mandirituba, Quitandinha e Tijucas do Sul, possuem uma geração per capita alta em relação aos municípios com taxa de urbanização mais altas, entre 0,60 e 0,77 kg/hab/dia. Essa diferença tanto pode ser a diferença de consumo entre essas populações, mas também uma qualidade ruim de dados de alguns municípios uma vez que não há controle de alguns municípios, principalmente os que não integram o consorcio.

Diante dos dados demonstrados nas TABELAS 6 e 7, os municípios da Região Metropolitana de Curitiba, mesmo após a implantação da PNRS, ainda geram grandes quantidades de resíduos sólidos urbanos. Após análise das documentações do consórcio e das prefeituras verificou-se que não há campanhas de educação ambiental veiculadas nas mídias que conscientizem a população para a não geração, a redução e a reutilização de resíduos antes que os resíduos sejam destinados a reciclagem.

Um princípio fundamental da política de resíduos da União Europeia, segundo a EUROSTAT (2021), é mover a gestão de resíduos para cima na 'hierarquia de resíduos' e seguir os princípios de uma economia circular, isto é, manter o valor dos recursos no ciclo económico para prevenir e reduzir os efeitos negativos da utilização de recursos primários no meio ambiente e sociedade.

A PNRS também traz como um de seus princípios o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania, mantendo o valor dos recursos no ciclo econômico gerando um desenvolvimento sustentável.

4.3.4 Resíduos Recicláveis

A reciclagem de resíduos está prevista na Lei no 12.305, de 2010, como um dos objetivos previstos na Política Nacional de Resíduos Sólidos, bem como o

incentivo à indústria da reciclagem. A coleta seletiva é um dos instrumentos da PNRS visando o desenvolvimento da atividade econômica a partir de materiais reutilizáveis e recicláveis.

Igualmente prevista na Lei no 12.305, de 2010, a implantação da coleta seletiva com a participação de cooperativas ou associações de catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis, faz parte dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos para o município obter recursos da União para a implantação dos seus planos municipais.

O município de Curitiba, desde 1989, através de campanhas educativas com o objetivo de incentivar a coleta seletiva, buscou um tratamento adequado para seus resíduos e esteve na vanguarda da coleta seletiva e do tratamento dos resíduos recicláveis.

Foi através da campanha educativa “Lixo que não é Lixo” em Curitiba, que despertou na população a consciência para a preservação do meio ambiente através da coleta seletiva. Foi uma abordagem inédita implantada pela prefeitura.

No mesmo ano, 1989 a prefeitura implantou o programa “Compra do Lixo” nos bairros onde havia a falta de coleta dos resíduos e gerava graves problemas ambientais. Consistia da prefeitura comprar os resíduos recicláveis da população carente que não era atendida pela coleta seletiva, pois moravam em regiões não urbanizadas.

Em 1991 houve uma safra superior à média de produtos hortigranjeiros na Região Metropolitana de Curitiba, e a prefeitura de Curitiba firmou convênio com a FEPAR - Federação Paranaense das Associações dos Produtores Rurais, e passou adquirir o excedente da produção e vender às famílias com renda salarial entre 0 a 3,5 salários mínimos tendo como moeda de troca os resíduos recicláveis. Criando assim o programa “Cambio Verde”. (Oliveira, 2007).

Este programa existe até os dias atuais onde toda a população pode trocar 4Kg de materiais recicláveis ou 4 litros de óleo de cozinha por 1Kg de produtos hortifrútis. Dessa forma incentiva o escoamento da safra de produtos hortifrútis de pequenos produtores de agricultura familiar da região, incentiva a população a separar os resíduos sensibilizando a comunidade à destinação ambientalmente adequada e melhora a qualidade da alimentação da comunidade.

Atualmente não há campanhas educativas veiculadas nas mídias, tanto em nível municipal, como estadual e federal, para diminuir o consumo, ou aumentar a vida

útil de aparelhos eletrônicos, principalmente celulares e computadores, gerando cada vez uma quantidade maior de resíduos que poderiam facilmente serem reciclados.

Entretanto não houve grande avanço em relação a novos tratamentos de resíduos nem reaproveitamento de material e/ou energético.

Essa deficiência se enquadra para os municípios da região metropolitana que integram o consórcio que acabam se limitando às soluções apresentadas pelo próprio consórcio. Os municípios não consorciados, por sua vez, ou dispõem em aterros sanitários com algum serviço de separação de resíduos recicláveis realizado por associações de catadores, ou dispõem todo o seu resíduo em lixões, não havendo um incentivo pela prefeitura para a coleta seletiva.

A TABELA 9 mostra a quantidade gerada de resíduos recicláveis em kg nos anos de 2013 e 2017 dos municípios que disponibilizaram seus dados ao governo federal. Também são apresentados os dados dos resíduos recicláveis gerados per capita em kg/hab/ano nos anos de 2013 e 2017.

TABELA 9 – QUANTIDADE DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS GERADOS E RESÍDUOS RECICLÁVEIS GERADOS PER CAPITA NOS MUNICÍPIOS DA RMC

Município (continua)	**Quantidade de Resíduos Recicláveis Gerados (kg/ano)**		**Quantidade de Resíduos Recicláveis Gerados Per Capita (kg/hab/ano)**	
	2013	2017	2013	2017
Adrianópolis	NI	NI	NI	NI
Agudos do Sul	NI	NI	NI	NI
Almirante Tamandaré	240.000	160.000	2,43	1,48
Araucária	1.176.000	1.800.000	10,67	14,35
Balsa Nova	1.000.000	500.000	145,56	72,78
Bocaiúva do Sul	NI	150.000		19,69
Campina Grande do Sul	660.000	655.000	20,65	18,47
Campo do Tenente	NI	NI	NI	NI
Campo Largo	2.950.000	4.409.000	31,33	42,01
Campo Magro	1.200.000	700.000	61,39	33,65
Cerro Azul	126.000	96.000	25,19	13,71
Colombo	960.000	1.100.000	4,72	4,86
Contenda	180.000	320.000	19,50	28,26
Curitiba	37.185.000	21.719.000	21,23	11,33
Doutor Ulysses	40.000	NI	43,06	NI

Município (conclusão)	Quantidade de Resíduos Recicláveis Gerados (kg/ano)		Quantidade de Resíduos Recicláveis Gerados Per Capita (kg/hab/ano)	
	2013	2017	2013	2017
Fazenda Rio Grande	1.625.000	38.000	21,40	0,46
Itaperuçu	NI	NI	NI	NI
Lapa	828.000	580.000	30,15	20,02
Mandirituba	252.000	166.000	33,99	15,49
Piên	48.000	60.000	10,61	11,68
Pinhais	2.650.000	2.212.000	22,65	16,91
Piraquara	1.188.000	610.000	25,97	10,76
Quatro Barras	1.095.000	1.128.000	61,03	54,34
Quitandinha	50.000	400.000	2,44	20,07
Rio Branco do Sul	NI	NI	NI	NI
Rio Negro	369.000	410.000	16,74	17,58
São José dos Pinhais	1.700.000	1.800.000	66,12	64,34
Tijucas do Sul	500.000	180.000	2,11	0,65
Tunas do Paraná	NI	NI	NI	NI
TOTAL	**56.022.000**	**39.193.000**	**Média: 30,86**	**Média: 22,40**

FONTE: Adaptado BRASIL (2019b).

LEGENDA: NI – Não Informado.

Nos documentos fornecidos pelo consórcio não constam dados relativos ao quantitativo de resíduos recicláveis, apenas a gravimetria total dos municípios, através de dados da porcentagem de materiais recolhidos, disponibilizada por alguns municípios, como o percentual de orgânicos, papelão, plástico duro, etc..

Quando comparado o total de resíduos gerados na região metropolitana (892.408.910 em 2018) com o total de resíduos recicláveis (39.193.000 kg/ano em 2017) há uma discrepância muito grande dos dados, principalmente no quantitativo per capita, indicando que pode haver uma quantidade maior de resíduos recicláveis que não foram computados.

Os dados obtidos no SINIR são de 2017, indicando uma defasagem e interferindo na análise mais real do cenário de resíduos sólidos na Região Metropolitana de Curitiba.

Outro fator que interfere nos dados obtidos no SINIR é que os dados são apenas os obtidos pelas prefeituras, mas os resíduos recicláveis são coletados

também por catadores que coletam os resíduos nos grandes centros urbanos e não fazem parte dos dados oficiais. A obrigação do controle dos dados é de responsabilidade do município, que deveria ter esses dados e fornecer ao órgão responsável pelo Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR.

Para que as políticas públicas sejam implantadas há a necessidade de dados atualizados e sólidos para que sejam tomadas decisões eficazes e favoráveis à população.

Observa-se que há potencial para aumentar o serviço de coleta de recicláveis, gerando mais matéria-prima reciclada e utilizando menos a matéria prima original. Este aumento na coleta seletiva deve ser através de campanhas educativas não apenas para as crianças através das instituições educacionais públicas e privadas dos sistemas de ensino, mas também para a população que faz a separação dos resíduos sólidos em suas casas e comércios.

De acordo com a Política Nacional de Educação Ambiental, são responsáveis também pela sua aplicação não apenas as instituições educacionais, mas também os órgãos públicos da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, e organizações não-governamentais com atuação em educação ambiental.

Atualmente não há campanhas educativas para a população para que haja o aumento na quantidade de resíduos sólidos recicláveis coletados, descumprindo a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

O total de resíduos gerado em 2011 foi de 833.513.257 kg de resíduos urbanos dos municípios que forneceram dados de resíduos recicláveis. O total de resíduos recicláveis foi de 56.022.000 kg em 2013, sendo 6,72% de resíduos urbanos reciclados na Região Metropolitana de Curitiba.

Para o ano de 2017/2018 foram 900.802.090 kg de resíduos urbanos dos municípios que forneceram dados de resíduos recicláveis. O total de resíduos recicláveis foi de 39.193.000 kg em 2017, sendo 4,35% de resíduos urbanos reciclados na Região Metropolitana de Curitiba. Uma queda na reciclagem da região, tanto em porcentagem como em valor absoluto.

A média de resíduos recicláveis per capita em 2013 foi de 30,86 kg/hab/ano. Para o ano de 2017 houve uma queda e a média ficou em 22,40 kg/hab/ano.

Não foi possível comparar com os dados do mesmo ano por não possuir os dados de recicláveis para 2011 nas fontes de consulta disponíveis sobre o tema.

Analisando apenas o município de Curitiba, que é o maior gerador de resíduos da região, foi apresentada a TABELA 10 indicando a queda também do quantitativo gerado de resíduos recicláveis enviados para reciclagem, não apenas na porcentagem gerada.

TABELA 10 – GERAÇAO DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS E DE RESÍDUOS TOTAIS EM CURITIBA

Município	Geração de Resíduos Recicláveis (kg)		Geração de Resíduos Total (kg)	
	2013	2017	2011	2018
Curitiba	37.185.000	21.719.000	573.551.467	585.984.970

FONTE: Adaptado BRASIL (2019b) e CONRESOL (2020).

Quando se trata de resíduos recicláveis per capita, a situação em Curitiba fica pior ao longo dos anos. Em 2013 foi de 21,23 kg/hab/ano, 6,48% em relação ao total gerado, e caiu quase pela metade no ano de 2017, ficando em 11,33 kg/hab/ano, 3,70%.

Curitiba se destaca por ter uma coleta seletiva abrangendo 100% dos bairros da cidade, juntamente com Porto Alegre. São Paulo, por exemplo tem uma abrangência da coleta seletiva de 87% e Rio de Janeiro tem 65%, maiores abrangências comparando as capitais brasileiras. (ABRALATAS, 2017).

Entretanto, a quantidade de resíduos recicláveis recolhidos em Curitiba ainda é muito pequena comparada a outros centros urbanos que possuem abrangências da coleta seletiva muito menor que o município de Curitiba, indicando que o município pode ter um aproveitamento muito maior desses materiais recicláveis.

Em comparação a Alemanha, que é um país que tem praticado a reciclagem de forma efetiva e eficaz, 63% de todos os resíduos urbanos foram reciclados em 2011, de acordo com o Serviço de Estatística da União Europeia (EUROSTAT). (EUROSTAT, 2013).

O município de Curitiba tem contrato com 40 associações de catadores de resíduos recicláveis e pagando um valor mínimo por tonelada de resíduo, proveniente da coleta seletiva disponibilizada pela prefeitura. Através do programa Ecocidadão é realizada a coleta e a separação dos resíduos recicláveis. (CURITIBA, 2022).

Mesmo com esse controle a prefeitura não divulga os dados referentes aos resíduos recicláveis em sua página na internet nem na página do consorcio. Apenas

em reportagens na página de notícias da prefeitura indica que em 2019 houve um percentual de reciclagem de 22%, mas os dados do quantitativo em toneladas não são divulgados. (CURITIBA, 2019).

Para alcançar estes números de reciclagem há a necessidade de investimentos nesse setor principalmente em educação ambiental como em mudança logística na coleta desses resíduos, para assim diminuir a quantidade de resíduos que são dispostos em aterro sanitário.

No edital da concorrência pública do consórcio estava previsto a implantação da triagem mecanizada, a recuperação e a valorização dos materiais recicláveis plásticos, metais ferrosos e não ferrosos, dentre outros. (CONRESOL, 2019). Essa ação possibilitaria a comercialização de matéria-prima reciclada e a reinserção no processo de fabricação de novos produtos e insumos.

No mesmo edital ficaria sob responsabilidade da concessionária desenvolver e implementar ações de educação ambiental, em conformidade com os objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, com ênfase na menor geração de resíduos, maior reutilização de produtos, maior separação de resíduos para a coleta seletiva e diminuição do descarte irregular. (CONRESOL, 2019).

Na TABELA 11 estão apresentadas as etapas previstas na implantação do sistema previstas na licitação, que serão aplicadas ao longo dos anos durante o contrato, indicando quando haverá triagem mecanizada e também a redução de resíduos que serão dispostos em aterro sanitário.

TABELA 11 – ETAPAS PREVISTAS NA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS

Tempo	Meta	% de Cumprimento da Meta
Até 24 meses	Triagem Mecanizada e Transbordo	100%
	Envio de resíduos para aterro sanitário	80%
Até 4 anos	Tratamento completo dos resíduos	50%
	Envio de resíduos para aterro sanitário	65%
Até 6 anos	Tratamento completo dos resíduos	100%
	Envio de resíduos para aterro sanitário	42%
Até 10 anos	Disposição final dos resíduos em aterro sanitário	25% (máximo)

FONTE: Adaptado CONRESOL (2019).

Dessa forma no início do contrato, em até 24 meses da assinatura do contrato, haverá uma triagem mecanizada e transbordo para 100% dos resíduos, permitido o envio de no máximo 80% (oitenta por cento) de resíduos ou rejeitos para o aterro sanitário, em peso.

Após 4 anos haverá um tratamento completo para 50% dos resíduos, permitido o envio de no máximo 65% (sessenta e cinco por cento) de resíduos ou rejeitos para o aterro sanitário, em peso.

Depois de 6 anos haverá um tratamento completo para 100% dos resíduos, permitido o envio de no máximo 42% (quarenta e dois por cento) de resíduos ou rejeitos para o aterro sanitário, em peso.

Até 10 anos haverá disposição final dos resíduos em aterro sanitário de no máximo 25%.

Apesar dos aspectos positivos que estão previstos para os próximos anos para os municípios que fazem parte do consórcio, continuará havendo muita desigualdade com os municípios menores que não tem recursos financeiros para ingressar no consórcio e efetuar uma cobrança pela coleta, transporte e disposição final ambientalmente adequada. Estes municípios ainda necessitam gerir seus próprios resíduos, com poucos recursos e falta de capacitação técnica, descumprindo a PNRS e poluindo o meio ambiente.

Para as campanhas educativas é importante atender o que está estabelecido na Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) e desenvolver, através da educação em geral e na educação escolar, estudos, pesquisa e experimentações; produção e divulgação de material educativo; e o apoio a iniciativas e experiências locais e regionais, incluindo a produção de material educativo.

4.3.5 Distância até a Disposição Final

Para uma região metropolitana, a distância da coleta até a disposição final afeta a gestão dos resíduos sólidos urbanos por se tratar de custos com transporte.

Em média, segundo (Martinho e Gonçalves, 2000), são gastos 40% a 70% do orçamento destinado ao gerenciamento de resíduos sólidos nas etapas de coleta e transporte, por isso essas etapas são as que causam maior impacto no orçamento de um município.

A frequência adotada pelos municípios varia de 2 vezes por semana para municípios menores, como Doutor Ulysses, 3 vezes por semana para municípios como Almirante Tamandaré e Campo Magro, até 6 vezes na semana para os municípios maiores e bairros centrais, como Curitiba, São José dos Pinhais e Araucária.

No maior município da RMC, Curitiba também conta com frequência de coleta diferente para cada bairro. Na região dos bairros centrais a coleta é realizada 6 vezes por semana, já para os bairros mais afastados, como o bairro Uberaba e Santa Felicidade, a frequência da coleta é de 3 vezes por semana.

No edital de licitação do consórcio, a distância do centro gerador até o local de disposição final, no aterro sanitário, foi levada em consideração a distância apenas dos centros geradores até as unidades de tratamento/transbordo ou aterro sanitário e seu retorno, excluindo o trajeto realizado durante a coleta propriamente dita.

Além do custo econômico, os custos ambientais também são altos devido à poluição causada pelos veículos que transportam os resíduos, que são movidos a combustíveis fósseis.

Por esse motivo é que as etapas de coleta e transporte são as que mais contribuem para os altos custos ambientais e financeiros, sendo decisivas para a escolha da disposição final ambientalmente adequada e a redução dos resíduos que são dispostos em aterros, buscando sempre a reutilização, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético.

A TABELA 12 indica a distância do centro urbano até o local da disposição final, seja ele o lixão ou aterro sanitário.

TABELA 12 – DISTÂNCIA DO CENTRO URBANO ATÉ LOCAL DE DISPOSIÇÃO FINAL

Município	Distância (km)	Local de Disposição Final	Disposição Final de Resíduos
Adrianópolis	163,0	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário
Agudos do Sul	49,0	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário
Almirante Tamandaré	59,0	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário
Araucária	38,0	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário
Balsa Nova	50,1	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário
Bocaiúva do Sul	73,3	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário
Campina Grande do Sul	69,1	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário
Campo do Tenente	35,8	Aterro Sanitário de Mafra/SC	Aterro Sanitário
Campo Largo	51,50	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário
Campo Magro	49,40	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário
Cerro Azul	5,0	Lixão de Cerro Azul	Lixão
Colombo	48,5	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário
Contenda	32,0	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário
Curitiba	30,0	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário
Doutor Ulysses	10,0	Lixão de Doutor Ulysses	Lixão/Aterro em Construção
Fazenda Rio Grande	4,0	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário
Itaperuçu	62,0	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário
Lapa	5,0	Lixão da Lapa	Lixão e Aterro sanitário
Mandirituba	18,0	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário
Piên	62,4	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário
Pinhais	34,6	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário
Piraquara	48,5	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário
Quatro Barras	64,9	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário
Quitandinha	43,7	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário
Rio Branco do Sul	8,0	Lixão de Rio Branco do Sul	Lixão e Aterro sanitário
Rio Negro	12,0	Aterro Sanitário de Mafra/SC	Aterro Sanitário
São José dos Pinhais	30,2	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário
Tijucas do Sul	64,7	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário
Tunas do Paraná	103,0	Aterro Sanitário FRG	Aterro Sanitário

FONTE: Adaptado CONRESOL (2018) e BRASIL (2019).
LEGENDA: FRG – Fazenda Rio Grande

A média das distâncias de 45,67 km já indica a necessidade de divisão por áreas dentro da abrangência do consórcio, para que não seja muito alto o custo do

transporte. O transporte é realizado por veículos movidos a combustível fóssil, havendo também um alto custo ambiental.

Para os municípios que não integram o consórcio, as distâncias são menores, pois dispõem seus resíduos ou em um município vizinho ou no próprio município, diminuindo os custos e a poluição referente ao transporte dos resíduos sólidos.

As distâncias dos municípios são Campo do Tenente com 35,8km, Cerro Azul com 5,0km, Doutor Ulysses com 10km, Lapa com 5,0 km, Rio Branco do Sul com 8,0km e Rio Negro com 12,00km. Uma distância média de 15,16km, que caracteriza uma distância média bem menor em relação aos municípios que integram o consórcio que tem como disposição final o aterro sanitário do consórcio.

Ao mesmo tempo que o consórcio cumpre com a disposição final ambientalmente adequada, há um gasto elevado com transporte o que gera uma poluição maior.

De acordo com o Jornal Ambiente Brasil (2011), os caminhões de coleta de resíduos emitem cerca de 1,24 kg de CO_2 por km rodado. Dessa maneira a distância economicamente sustentável é de até 30km entre o cento gerado e as plantas de tratamento ou transbordo, devendo levar em consideração a localização dos pontos de tratamento ou transbordo e o trajeto que utiliza uma distância menor entre as plantas de tratamento ou transbordo até o local de disposição final ambientalmente adequada.

O Tribunal de Contas do Estado do Paraná analisou o Edital de Concorrência Pública nº 001/2019 e apontou que houve falta de clareza acerca das rotas tecnológicas e revisões periódicas para atualizações tecnológicas (PARANÁ, 2020).

Essas rotas, de acordo com PROTEGEER (2021) são o conjunto de processos, tecnologias e fluxos dos resíduos desde a sua geração até a sua disposição final, podem minimizar o impacto ambiental causado pelo consumo desnecessário de combustível fóssil utilizado pelos caminhões da coleta dos RSU.

4.4 RESULTADO DA VERIFICAÇÃO DO CUMPRIMENTO DA PNRS

Conforme mencionado, um dos objetivos deste trabalho é a verificação do cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos com relação à coleta seletiva para recicláveis e da disposição final ambientalmente adequada em aterros sanitários.

A Região Metropolitana de Curitiba que tem um terço da população do estado, em 2020, segundo o CONRESOL, gerou um terço dos resíduos sólidos urbanos de todo o estado do Paraná. A maioria dos municípios da região metropolitana integram o consórcio intermunicipal para a gestão dos resíduos sólidos urbanos, mas os municípios mais pobres e com menores taxas de desenvolvimento humano ainda atuam individualmente na gestão dos resíduos sólidos.

Esses fatores são indícios de problemas que são encontrados em gestões locais e individuais da gestão dos resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte, dificultando o cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Um problema verificado durante a pesquisa deste trabalho foi a dificuldade no acesso a informação, pois os municípios não dispõem em suas páginas na internet os dados referentes aos RSU, nem o consórcio tem uma página na internet. O estado do Paraná também não dispõe na internet os dados dos municípios referente a resíduos sólidos urbanos. Da mesma forma não há nenhum relatório técnico anual realizado pelos municípios, apenas alguns dados disponibilizados pelo SINIR ou SNIS.

Os municípios devem disponibilizar seus dados, inclusive o próprio consórcio deveria ter uma página na internet, com todo o quantitativo de resíduos coletados e sua destinação, seja para reciclagem ou disposição final, através de transparência para um melhor controle da sociedade e dos órgãos públicos de controle.

4.4.1 Resultado do Grupo de Municípios Consorciados

A criação do consórcio para a gestão dos resíduos sólidos urbanos é importante para a realização do planejamento e execução integrada dos serviços associados à gestão de RSU, com o objetivo de ampliação da capacidade institucional para a gestão dos RSU.

O CONRESOL tem como objetivo a gestão dos resíduos sólidos urbanos, principalmente do sistema de tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos gerados pelos municípios integrantes. O consórcio tem como base permitir que os integrantes somem esforços para um melhor tratamento dos seus resíduos através da escolha por uma melhor destinação e disposição final ambientalmente adequada, contribuindo para a obtenção de recursos financeiros necessários e uma melhor capacitação técnica.

Atualmente são realizados o aproveitamento de recicláveis de coleta seletiva e o uso de aterros sanitários para disposição final de resíduos. Estas soluções são limitadas comparado com outras regiões metropolitanas do pais, como a Região Metropolitana de Belo Horizonte que já utiliza biodigestores para produção de biogás. (Prefeitura de Belo Horizonte, 2017).

Há o aproveitamento apenas do rejeito da reciclagem utilizado como combustível para indústria cimenteira, combustível derivado de resíduos (CDR). Como a reciclagem conta com uma geração pequena, a utilização dos rejeitos acaba sendo muito menor do que o potencial que poderia ter se a reciclagem tivesse números mais expressivos.

A reciclagem de resíduos da coleta seletiva diminuiu nos últimos anos, pois não há incentivo para que a população separe os resíduos através de campanhas educativas nem de instalações de pontos de coletas acessíveis a população. A prefeitura municipal de Curitiba realiza mensalmente a coleta de resíduos tóxicos e eletrônicos, mas não há divulgação deste serviço com grande abrangência de público, e não disponibiliza locais mais próximos do centro urbano como ponto de coleta permanente para que seja mais acessível para a população.

A prefeitura de Curitiba dispõe de 14 ecopontos em bairros tanto para resíduos recicláveis como para óleo de cozinha, eletrônicos, mobiliários inservíveis e resíduos de construção civil, entretanto são pontos de coleta mais afastados do centro da cidade, dificultando que o cidadão colabore com a coleta.

O consórcio está operando através de renovações emergenciais do contrato com a empresa que realiza a disposição final no aterro sanitário. O contrato nº 005/2010 de prestação de serviço de destinação final de resíduos sólidos urbanos foi firmado em 2010 e ainda está vigente, aguardando nova licitação, gerando um alto custo financeiro para a administração e para a população e também um alto custo ambiental.

No edital de concorrência pública do CONRESOL (2019) está previsto a concessão do sistema integrado e descentralizado de tratamento de resíduos e disposição final de rejeitos que consiste nos serviços de recepção, triagem mecanizada, transbordo, transporte secundário, tratamento dos resíduos sólidos urbanos e disposição final ambientalmente adequada dos resíduos e dos rejeitos.

Acredita-se que com este contrato possa melhorar a coleta, o transporte e o aproveitamento dos resíduos sólidos urbanos, cumprindo os princípios da PNRS.

Como se trata de um dos instrumentos da PNRS, a elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos tem como objetivo principal subsidiar o planejamento e a gestão de resíduos sólidos em todas as esferas de governo e setor produtivo.

Os municípios apresentaram seus Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, conforme consta no site do consórcio. (CONRESOL, 2021). Entretanto, após análise pode-se verificar que alguns municípios apresentaram os planos municipais muito antigos, alguns de 2008, 2011, 2012 e 2013, não sendo possível caracterizar de forma mais fidedigna a realidade atual.

A TABELA 13 mostra a situação dos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos ou plano de saneamento básico de cada município integrante do consórcio.

TABELA 13 – SITUAÇÃO DOS PLANOS MUNICIPAIS DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS OU PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO

Município	PMGIRS ou PSB	Ano do PMGIRS ou PSB	Possui diagnóstico da situação dos RSU gerados
Adrianópolis	PSB	2011	Sim
Agudos do Sul	Não apresentou	2011	Não
Almirante Tamandaré	PSB	2015	Sim
Araucária	PSB	2016	Sim
Balsa Nova	PSB	2018	Não
Bocaiúva do Sul	PSB	2015	Não
Campina Grande do Sul	PMGIRS	2018	Sim
Campo Largo	PSB	2013	Sim
Campo Magro	PMGIRS	2015	Sim
Colombo	PMGIRS	2018	Sim
Contenda	PMGIRS	2015	Sim
Curitiba	PMGIRS	2017	Sim
Fazenda Rio Grande	PSB	2013	Não
Itaperuçu	PSB	2015	Sim
Mandirituba	PMGIRS	2017	Sim
Piên	PMGIRS	2012	Não
Pinhais	PSB	2012	Sim
Piraquara	PSB	2016	Sim
Quatro Barras	PSB	2012	Não
Quitandinha	PMGIRS	2015	Sim
São José dos Pinhais	PMGIRS	2016	Sim
Tijucas do Sul	PMGIRS	2014	Sim
Tunas do Paraná	Não apresentou	2013	Não

FONTE: CONRESOL (2021).

Os municípios de Campina Grande do Sul, Campo Magro, Colombo, Contenda, Curitiba, Mandirituba, Quitandinha, São José dos Pinhais e Tijucas do Sul apresentaram um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos com o diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados cumprindo os requisitos da PNRS. (CONRESOL, 2021).

Os municípios de Adrianópolis, Almirante Tamandaré, Araucária, Campo Largo, Itaperuçu, Pinhais e Piraquara apresentaram um Plano de Saneamento Básico incluindo o diagnóstico da situação dos resíduos sólidos cumprindo os requisitos da PNRS. (CONRESOL, 2021).

Já os municípios de Balsa Nova, Bocaiuva do Sul, Fazenda Rio Grande, Piên e Quatro Barras apresentaram como Plano de Saneamento Básico, mas não consta o diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados contendo origem, volume, caracterização e as formas de destinação e disposição final; também não há previsão de controle e fiscalização, nem regras de transportes ou procedimentos para os serviços públicos de limpeza urbana.

Entretanto, os municípios de Agudos do Sul e Tunas do Paraná apesentaram apenas a lei que institui o Plano de Saneamento Básico e não o plano em si. Dessa forma fica evidenciado que o consórcio não verificou os dados recebidos dos municípios, pois 2 municípios não apresentaram o Plano Municipal e 5 municípios não apresentaram o diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados, indicando uma falha no controle que o consórcio tem responsabilidade sobre o tema, previsto na PNRS.

O Tribunal de Contas do Estado do Paraná analisou o Edital de Concorrência Pública nº 001/2019 e apontou que houve ausência de conteúdos mínimos nos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos previstos no art. 19, da Lei nº 12.305/2010, que prevê o conteúdo mínimo que deve conter o PMGIRS. (PARANÁ, 2020).

4.4.2 Resultado do Grupo de Municípios não Consorciados

Os municípios que não integram o consórcio têm como característica comum a distância até a capital Curitiba. São distantes do centro urbano, tem uma população majoritariamente rural, possuem os IDHs mais baixos da região metropolitana, com população abaixo de 50.000 habitantes.

Em relação ao Produto Interno Bruto (PIB), os municípios de Campo do Tenentes, Cero Azul e Doutor Ulysses tem valores muito baixo, influenciando na gestão dos resíduos sólidos.

Os municípios de Cerro Azul, Doutor Ulysses e Rio Branco do Sul ainda realizam a disposição final em lixões. Já o município da Lapa dispõe seus resíduos

em um aterro sanitário próprio, mas não foi possível verificar se é um aterro sanitário ou um aterro controlado.

O município de Doutor Ulysses está construindo um aterro sanitário e um galpão para triagem dos resíduos recicláveis através de um convênio firmado com a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) e realiza coleta seletiva semanalmente através de uma associação de moradores com veículo da prefeitura adquirido pelo mesmo convenio, com previsão de entrega da obra do aterro sanitário para junho de 2022. (BRASIL, 2020a).

O governo federal, com o intuito de auxiliar os municípios para o cumprimento da PNRS, disponibilizou recursos financeiros através do Ministério do Desenvolvimento Regional, pela Secretaria Nacional de Saneamento, e Ministério da Saúde, através da FUNASA, para garantir as melhorias necessárias na gestão dos resíduos sólidos, após a publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. (BRASIL, 2020a).

O município de Rio Negro também havia firmado convênio com a FUNASA para a construção de um aterro sanitário próprio, mas não foi executado, por isso continua a utilizar o aterro do município de Mafra em Santa Catarina, através de uma empresa particular. (BRASIL, 2020a).Da mesma forma, o município de Campo do Tenente também dispõe seus resíduos no aterro sanitário de Mafra, em Santa Catarina. Levando em consideração a distância, é mais vantajoso realizar um contrato com a empresa que gerencia o aterro sanitário de Mafra, e assim cumprir o estabelecido com a PNRS.

O Governo do Estado do Paraná, sabendo das dificuldades técnicas e financeiras que os municípios enfrentam para a implantação de aterros sanitários, vem buscando recursos para auxiliar as administrações municipais na execução dessas ações através de incentivo a municípios para a gestão de resíduos sólidos.

Para estes municípios não foi possível verificar se já elaboraram seus Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, conforme consta na PNRS.

Muitos municípios dependem diretamente dos recursos estaduais e federais e não tem capacidade financeira nem técnica para implantar ações necessárias para realizar uma gestão conforme a PNRS. Necessitam da ajuda financeira para que cumpram as diretrizes elaboradas por legisladores que atuam principalmente em grandes municípios e contam com uma realidade diferente.

Apenas com estímulos através de políticas públicas que determinem uma mudança na legislação faz com que os gestores busquem mudança e melhorias para cumprir as normas ambientais e dessa forma contribuir para uma gestão mais sustentável.

5 CONCLUSÕES

Após a implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos houve algumas mudanças positivas na gestão de resíduos sólidos urbanos. Em 2010, dos 29 municípios da RMC, 8 municípios tinham a disposição final dos seus RSU em lixões, em 2020 apenas 3 ainda tem sua disposição final em lixões com perspectivas de apenas 1 continuar com este cenário.

A população total da RMC aumentou em 12% em quase uma década e está diretamente ligada a quantidade gerada de resíduos sólidos, e a população urbana, é a população atendida pela coleta de RSU de um município, também aumentou e reflete uma maior quantidade de RSU dispostos de aterros sanitários, caracterizando maior geração de resíduos sólidos urbanos.

O Índice de Desenvolvimento Humano está diretamente ligado a qualidade da gestão dos RSU e na RMC há municípios com IDHs muito baixos refletindo em problemas na gestão dos RSU como disposição final em lixões. Por outro lado, a capital Curitiba tem o IDH mais alto, com uma coleta de resíduos com 100% de atendimento e uma disposição final ambientalmente adequada.

A quantidade de resíduos gerados total e per capita de cada município tem aumentado de 2010 para 2018. Para os municípios do consórcio, houve um aumento de 8,6% de 2018 em relação a 2011. A geração per capita teve um aumento de 8,2% no mesmo período. Para os municípios que não integram o consórcio houve uma diminuição de 6,65% na geração total de resíduos de 2017 em relação a 2013, e a geração per capita teve uma diminuição de 1,51% para o mesmo período. Como os dados desses municípios não são precisos devido à falta de equipe técnica, essa diminuição caracteriza ou uma diminuição da coleta, ou uma má qualidade dos dados apresentados no SINIR ou SNIS.

Ao mesmo tempo que os números estão crescendo verificou-se a falta de campanhas ambientais educativas, em nível nacional, estadual e municipal, havendo a necessidade de priorizar essas campanhas para implementar os objetivos da PNRS, que são a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos. Contribuindo dessa forma para a diminuição da quantidade destinada aos aterros sanitários e a utilização de matéria-prima extraída da natureza, e incentivando a participação individual e coletiva na preservação do equilíbrio do meio ambiente.

Em relação aos resíduos recicláveis houve uma diminuição de 6,72% para 4,35% de 2017 em relação a 2013 do total gerado. A capital Curitiba é o maior gerador de RSU, e em relação aos recicláveis houve uma queda de 6,48% para 3,70% no quantitativo de resíduos recicláveis enviados para reciclagem para o mesmo período.

Apesar de Curitiba ser um município na vanguarda das campanhas educativas quando criou o “Cambio Verde” e o “Lixo que não é Lixo” que despertou na população a consciência para a preservação do meio ambiente através da coleta seletiva, e com abrangência da coleta seletiva de 100%, os números demonstram que a situação retrocedeu após a implantação da PNRS pelo não incentivo dos gestores públicos.

Para que haja a participação da população na separação dos resíduos dentro de suas residências deve haver campanhas educativas ambientais incentivando esse comportamento e priorizando principalmente a não geração dos resíduos ou a reutilização deles, gerando uma quantidade cada vez menor de resíduos, mas não é o que acontece nas esferas federais, estaduais e municipais. Também não foi constatado grandes avanços em relação a novos tratamentos de resíduos nem reaproveitamento de material e/ou energético.

A distância do centro gerador até a disposição final interfere na gestão dos RSU devido ao custo do transporte. A média das distâncias é de 45,67 km e indica a necessidade de divisão por áreas dentro da abrangência dos municípios através de transbordos, para que o custo do transporte não seja alto e assim minimizar o impacto ambiental causado pelo consumo desnecessário de combustível fóssil utilizado pelos caminhões da coleta dos RSU.

Para uma boa gestão há a necessidade de conhecer seus dados para saber onde atuar. Na PNRS está prevista a necessidade da elaboração dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos ou Plano de Saneamento Básico abrangendo o diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados contendo origem, volume, caracterização e as formas de destinação e disposição final referente a RSU. Porém apenas 16 municípios do consórcio apresentaram esses documentos contendo os dados dos RSU sendo alguns planos bem antigos com dados defasados, e 7 municípios apresentaram os planos, mas não continham os dados.

Não foi verificado iniciativas municipais de incentivo a compostagem, recuperação e aproveitamento energético a partir dos resíduos sólidos urbanos, podendo gerar tanto adubo para pequenas comunidades como energia térmica ou

elétrica através de biodigestores, deixando de consumir recursos naturais e de emitir metano e dióxido de carbono, gases do efeito estufa.

Apesar de haver um edital contendo soluções que irão mitigar os impactos ambientais causados pelos RSU, o TCE-PR apontou diversas falhas como a escolha equivocada da tecnologia do tratamento mecânico biológico e diversos equívocos em relação ao aterro sanitário, a tecnologia escolhida não permite o atingimento da meta de disposição final em aterro sanitário de no máximo 25% em relação aos resíduos gerados, houve falta de clareza acerca das rotas tecnológicas e revisões periódicas para atualizações tecnológicas, ausência de conteúdos mínimos nos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos previstos no art. 19, da Lei nº 12.305/2010, que prevê o conteúdo mínimo que deve conter o PMGIRS e a escolha equivocada da tecnologia do tratamento mecânico biológico e diversos equívocos em relação ao aterro sanitário, indicando que há muito o que melhorar nessa contratação.

Um fator de criticidade verificado foi a falta de dados do governo tanto municipal, como estadual e federal, que visa o aumento da transparência, do controle e da participação política do cidadão através de diversas aplicações pela sociedade.

Nos documentos fornecidos pelo consórcio não constam dados relativos ao quantitativo em kg ou toneladas de resíduos recicláveis, apenas a gravimetria total dos materiais recolhidos. Em relação aos resíduos recicláveis apenas foram obtidos dados do SINIR que são fornecidos pelas prefeituras, mas os resíduos recicláveis são coletados também por catadores que coletam os resíduos nos grandes centros urbanos e muitas vezes não fazem parte dos dados oficiais.

É necessário começar a compreender os resíduos sólidos urbanos como um recurso valioso através da reutilização, reaproveitamento e reciclagem, incluindo o aproveitamento energético. As cidades e seus gestores devem enxergar os resíduos como uma oportunidade de negócio, havendo a aplicação de tecnologias para que os materiais coletados sejam melhor destinados.

Para que as políticas públicas sejam implantadas há a necessidade de dados atualizados e sólidos para que sejam tomadas decisões eficazes e favoráveis à população. Há a necessidade de uma fiscalização por parte do governo federal a respeito da aplicação da PNRS e um maior incentivo para o repasse dos dados de forma confiável.

O governo federal, estadual e municipal tem extrema importância no alcance de uma boa gestão de resíduos sólidos urbanos, impondo regras e fornecendo

recursos financeiros para as implantações de melhorias. É indispensável um controle mais rigoroso do cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos pelos órgãos públicos de controle federal, estadual e municipal para que os municípios possam ter uma gestão melhor dos seus resíduos.

Para uma boa gestão é necessário um bom planejamento, mas a falta de planejamento aliada a ausência de conexão com políticas públicas nacionais abre precedentes para que haja descaso dos gestores públicos e até corrupção. A falta de transparência impede o controle e a execução das políticas públicas que beneficiam a população em geral.

São através das políticas públicas que garantem e colocam em prática direitos previstos na Constituição Federal e outas leis, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos, assegurando o bem estar da população e a preservação do meio ambiente, e de forma indireta, também, a origem de uma cultura mais sustentável para as gerações futuras e o uso ambientalmente adequado dos recursos naturais.

REFERÊNCIAS

ABRALATAS – Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alumínio. **A Reciclagem no Brasil em Números**. 2017. Disponível em: https://www.abralatas.org.br/a-reciclagem-do-brasil-em-numeros/. Acesso em: 16 abr. 2022.

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2010.** São Paulo: ABRELPE, 2010.

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2019**. São Paulo: ABRELPE, 2019.

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**. São Paulo: ABRELPE, 2020.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004: Resíduos Sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

BOGNER, J.M.; AHMED, M.; DIAZ, C.; FAAIJ, A. et al. **Waste Management**. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Chapter 10.Cambridge University Press, New York, USA. 2007.

BORBA, P. F. de S.; MARTINS, E. M.; CORREA, S. M.; RITTER, E.; Emissão de gases do efeito estufa de um aterro sanitário no Rio de Janeiro. **Eng. Sanit. Ambient.** Rio de Janeiro, vol.23, n.1, p. 101-111, jan./fev. 2018.

BORGES, L., De REZENDE, J., PEREIRA, J. **Evolução da Legislação Ambiental do Brasil.** Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, Vol. 2, 447-466. 2009.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição**: República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Controladoria-Geral da União. **Relatório de Avaliação Por Área de Gestão nº 9 (Resíduos Sólidos)**. Brasília, 2017.

BRASIL. Controladoria-Geral da União. **Portal da Transparência**. Brasília, 2020a. Disponível em: https://www.portaldatransparencia.gov.br/convenios/consulta?periodoLiberacaoRecursosDe=01%2F01%2F2021&periodoLiberacaoRecursosAte=31%2F12%2F2021&orgaos=OS44000&ordenarPor=orgao&direcao=desc. Acesso em: 13 dez. 2020.

BRASIL. Decreto nº 99.274 de 6 de junho de 1990. Dispõem sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 109, 07 jun. 1990. Seção 1, p. 10.887.

BRASIL. IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos**. Brasília, 2012. Relatório de Pesquisa.

BRASIL. IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Avaliação de Políticas Públicas: Guia Prático de Análise Ex Ante, Volume 1**. Brasília, 2018a. Relatório de Pesquisa.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 227, 02 set. 1981. Seção 1, p. 16.509.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n.33, 17 fev. 1998. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a Política Nacional de Educação Ambiental. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 227, 24 abr. 1999. Seção 1, p. 1, col. 1.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Estabelece diretrizes gerais da política urbana, criando o Estatuto das Cidades. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 227, 11 jul. 2001. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 08 jan. 2007. Seção 1, p. 3.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 28 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança no Clima - PNMC. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 29 dez. 2009. Seção Extra, p. 109.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03 ago. 2010. Seção 1, p. 2.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 jul. 2020b. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Portaria Interministerial nº 424, de 30 de dezembro de 2016. Dispõe sobre as normas relativas às transferências de recursos da União mediante convênios e contratos de repasse. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 02 jan. 2016. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, PROBIOGAS. **Viabilidade Econômica de Projetos de Valorização Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos com Produção de Biogás**. Série Aproveitamento Energético de Biogás de Resíduos Sólidos Urbanos. Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Painel Resíduos Sólidos Urbanos – Fluxo e Quantidade de Resíduos**. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). 2018b. Disponível em: https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNDk5NWYwYzgtMTk2MS00NmMyLWI3ODAtMmVlZTBkZTUzOGNhIiwidCI6IjJiMjY2ZmE5LTNmOTMtNGJiMS05ODMwLTYzNDY3NTJmMDNlNCIsImMiOjF9. Acesso em: 13 mar. 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos 2019**. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Brasília, 2019a. Disponível em: http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos/diagnostico-do-manejo-de-residuos-solidos-urbanos-2019. Acesso em: 20 set. 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos 2020**. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Brasília, 2020d. Disponível em: http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos/diagnostico-do-manejo-de-residuos-solidos-urbanos-2019. Acesso em: 12 fev. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Mudança do Clima. Convenção Quadro das Nações Unidas Sobre Clima. 2016. **Acordo de Paris**. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas.html. Acesso em: 30 nov. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA**. Painel Gestão de Resíduos Sólidos**. **Indicadores Municipais.** 2019b. Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR). Disponível em: https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNGVkYTRiZTktMGUwZS00OWFiLTgwNWYtNGQ3Y2JlZmJhYzFiIiwidCI6IjJiMjY2ZmE5LTNmOTMtNGJiMS05ODMwLTYzNDY3NTJmMDNlNCIsImMiOjF9. Acesso em: jun a set. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2020c.

CAMPOS, H. **Renda e Evolução da Geração per Capita de Resíduos Sólidos no Brasil**. Eng Sanit Ambient, v.17 n.2, 171-180, abr/jun. 2012

COMEC – COORDENAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA. **Municípios da Região Metropolitana de Curitiba.** Disponível em http://www.comec.pr.gov.br/Pagina/Regiao-Metropolitana-de-Curitiba. Acesso em: 10 out. 2020

COMEC. **Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Curitiba: propostas de ordenamento territorial e novo arranjo institucional**. Curitiba, 2006.

CONRESOL - Consórcio Intermunicipal para a Gestão de Resíduos Sólidos. **Plano de Gerenciamento do Tratamento e Destinação de Resíduos Sólidos.** 2007

CONRESOL - Consórcio Intermunicipal para a Gestão de Resíduos Sólidos. **Plano de Gerenciamento do Tratamento e Destinação de Resíduos Sólidos.** 2018

CONRESOL - Consórcio Intermunicipal para a Gestão de Resíduos Sólidos. **Edital de Concorrência Pública 001/2019.** 2019

CONRESOL - Consórcio Intermunicipal para a Gestão de Resíduos Sólidos. **Estudo de Viabilidade Técnica e Econômico-Financeira (EVTE).** 2020. Disponível em https://mid.curitiba.pr.gov.br/2020/00290035.pdf. Acesso em: 07 out. 2020

CONRESOL - Consórcio Intermunicipal para a Gestão de Resíduos Sólidos. **Plano Municipal de Resíduos Sólidos**. 2021. Disponível em http://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/smma-consorcio-intermunicipal-para-gestao-dos-residuos-solidos-urbanos/132. Acesso em: 20 jul. 2021.

CURITIBA. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Cambio Verde Inovador**. 2019. Disponível em https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/novo-programa-incentiva-separacao-de-reciclaveis-em-troca-de-cursos-e-alimentos/50238. Acesso em: 16 abr. 2022.

CURITIBA. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Programa Ecocidadão**. 2022. Disponível em https://www.curitiba.pr.gov.br/servicos/programa-ecocidadao/398. Acesso em: 16 abr. 2022.

DOUTOR ULYSSES. Secretaria Municipal de Obras e Viação. **Edital da construção da Central de Transformação Resíduos Sólidos Urbanos**. Doutor Ulysses. 2014.

EIGENHEER, E. M. **Lixo – A Limpeza Urbana através dos Tempos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

EIT Raw Materials. **Turning waste into valuable resources: Recycling as a major pillar of raw materials supply.** Disponível em https://eitrawmaterials.eu/turning-waste-into-valuable-resources-recycling-as-a-major-pillar-of-raw-materials-supply/. Acesso em: 28 dez. 2021

ELK, A. G. H. P. V.; Mecanismo de desenvolvimento limpo aplicado a resíduos sólidos. **Redução de emissões na disposição final.** Rio de Janeiro, vol. 1, p. 11-33, 2007.

EPA – ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Criteria for the Definition of Solid Waste and Solid and Hazardous Waste Exclusions.** Disponível em https://www.epa.gov/hw/criteria-definition-solid-waste-and-solid-and-hazardous-waste-exclusions. Acesso em: 15 out. 2020

EPA – ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Climate Change Indicators: Greenhouse Gases.** Disponível em https://www.epa.gov/climate-indicators/greenhouse-gases. Acesso em: 15 dez. 2021

EPA – ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Recycling Basics.** Disponível em https://www.epa.gov/recycle/recycling-basics. Acesso em: 15 dez. 2021

EUROSTAT – Statistic Explained. **Municipal Waste Statistic.** European Union, 2013. Disponível em: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Municipal_waste_statistics. Acesso em: 28 ago. 2021.

EUROSTAT – Statistic Explained. Waste Recycling in Europe. European Union, 2021. Disponível em: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/waste-recycling-2/assessment. Acesso em 08 set. 2021.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Editora Atlas, 2008.

GUPTA, S., D. A. TIRPAK, N. BURGER, J. GUPTA, et al. **Policies, Instruments and Co-operative Arrangements**. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2007.

IAT, Instituto Água e Terra. **Relatório da Situação da Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Estado do Paraná - 2012.** Curitiba, 2013.

IAT, Instituto Água e Terra. **Relatório da Situação da Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Estado do Paraná - 2017.** Curitiba, 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010.** 2010. Disponível em https://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/resultados/tabelas_pdf/total_populacao_parana.pdf. Acesso em: 27 set. 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da População com referência a 1º de julho de 2019.** 2019. Disponível em https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/7d410669a4ae85faf4e8c3a0a0c649c7.pdf. Acesso em: 05 jun. 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados.** 2020a Disponível em https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr.html. Acesso em: 27 set. 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados.** 2020b. Disponível em < https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/panorama> Acesso em: 16/02/2021.

INFOENEM – Portal do ENEM. **Entenda a Diferença entre Aterro Sanitário e Lixão**. Disponível em https://infoenem.com.br/entenda-a-diferenca-entre-aterro-sanitario-e-lixao/. Acesso em: 07 jan. 2021.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Famílias pobres no estado do Paraná**. Curitiba, 2003.

IPARDES – Instituto Paranaense De Desenvolvimento Econômico e Social. **Dinâmica Urbana dos Estados: Estado do Paraná**. Curitiba, 2010. Disponível em: http://www.ipardes.pr.gov.br/sites/ipardes/arquivos_restritos/files/documento/2019-09/RP_dinamica_urbana_estados_PR_2010.pdf. Acesso em: 28 ago. 2021.

IPARDES – Instituto Paranaense De Desenvolvimento Econômico e Social. **Perfil dos Municípios**. Curitiba, 2021. Disponível em http://www.ipardes.pr.gov.br/Pagina/Perfil-dos-municipios-0. Acesso em: 05 jun. 2021.

IPPUC - Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba. **Mapa da Região Metropolitana de Curitiba e Data de Fundação dos Municípios – 2000**. Curitiba, 2013. Disponível em https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/ippuc-tera-banco-de-dados-de-toda-a-regiao-metropolitana/28561. Acesso em: 07 jan. 2021.

ISWA - THE INTERNATIONAL SOLID WASTE ASSOCIATION. **Waste and Climate Change - ISWA WHITE PAPER**, Vienna, Austria. 2009.

JORNAL AMBIENTE BRASIL. **Caminhões de lixo são os que mais emitem dióxido de carbono.** Curitiba, 2011. Disponível em https://noticias.ambientebrasil.com.br/clipping/2011/10/24/75973-caminhoes-de-lixo-sao-os-que-mais-emitem-dioxido-de-carbono.html. Acesso em: 15 mai. 2022.

LIMA, J. F., BIDARRA, B. S. **Concentração e desigualdade na Região Metropolitana de Curitiba**. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, 11, e20170137. 2019.

MARTINHO, M. G. M.; GONÇALVES, M. G. P. **Gestão de resíduos**. Lisboa: Universidade Aberta, 2000. 281 p.

Mazur-Wierzbicka, E. **Circular economy: advancement of European Union countries**. Environ Sci Eur 33, 111 (2021). https://doi.org/10.1186/s12302-021-00549-0

MIHELCIC, J. R.; ZIMMERMAN, J. B. **Engenharia Ambiental: Fundamentos, Sustentabilidade e Projeto**. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

MINEROPAR - Minerais do Paraná. **Mapa geológico do Estado do Paraná**. Curitiba, Escala 1:250.000. Curitiba-PR. 2006.

MORAIS, L. A. DE; NASCIMENTO, V. F.; GUASSELLI, L. A.; OMETTO, J. P. B. **Estimativas das Distâncias para Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos no Estado de São Paulo**. Revista Brasileira de Cartografia, v. 71, n. 4, p. 960-982, 13 dez. 2019.

NASCIMENTO, P. N, MOREIRA A. T. **Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos na Região Metropolitana de Curitiba: Política Regional de Compostagem**. Revista GEOGRAFAR, Vol. 4, 72 – 96. 2009.

OC - Observatório do Clima. **Análise das Emissões Brasileiras de Gases de Efeito Estufa e suas implicações para as metas do Brasil (1970-2018)**. Documento de Análise, 2019.

OLIVEIRA, N. A. da S. **A produção e gerenciamento dos resíduos sólidos em Curitiba (PR) e as alternativas de contribuição com o meio ambiente.** Revista Eletrônica Geografar. Curitiba, v.2, n.2, p.124-138, jul./dez. 2007

OTENG-ABABIO, M., ANNEPU, R., BOURTSALAS, A. INTHARATHIRAT, R., AND CHAROENKIT, S. (2018). **Urban Solid Waste Management. Climate Change and Cities**. In Rosenzweig, C., W. Solecki, P. Romero-Lankao, S. Mehrotra, S. Dhakal, and S. Ali Ibrahim (eds.), Climate Change and Cities: Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network. Cambridge University Press. New York. 553–582

PARANÁ. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Paraná**. Curitiba, 2018a. Relatório 07 – produto 07 – Relatório e Mapas Contendo as Áreas de Disposição Final de Resíduos Sólidos e Áreas Degradadas por Disposição Inadequada.

PARANÁ. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Paraná**. Curitiba, 2018b. Relatório 08 – produto 04 – Relatório da Situação dos Resíduos Sólidos.

PARANÁ. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Paraná**. Curitiba, 2018c. Relatório 15 – produto 15 – Relatório Final do Plano de Ação.

PARANÁ. Lei nº 12.493, de 22 de janeiro de 1999. **Estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes a geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Paraná**. Diário Oficial Estado do Paraná, Curitiba, PR, 5 fev. 1999.

PARANÁ. Lei nº 19.261, de 7 de dezembro de 2017. **Cria o Programa Estadual de Resíduos Sólidos Paraná Resíduos para atendimento às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos no Estado do Paraná**. Diário Oficial Estado do Paraná, Curitiba, PR, 7 dez. 2017.

PARANÁ. Lei nº 20.607/2021, de 10 de junho de 2021. **Dispõe sobre o Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Paraná e dá outras providências**. Diário Oficial Estado do Paraná, Curitiba, PR, 10 jun. 2021.

PARANÁ. Tribunal de Contas do Estado do Paraná. **Acórdão nº 623/2020**. Tribunal Pleno. Relator: Conselheiro Ivens Zschoerper Linhares. Processo TCE-PR 16849719. Curitiba, PR, Sessão 11/03/2020.

PEARCE, D. W. **Policy frameworks for the ancillary benefits of climate change policies**. London: Centre for Social and Economic Research on the Global Environment, 2000.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **IDHM Municípios 2010.** Brasília, 2010. Disponível em https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/rankings/idhm-municipios-2010.html. Acesso em: 05 jun. 2021.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas do Desenvolvimento Humano nas Regiões Metropolitanas Brasileiras.** Brasília, 2014.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte**. Belo Horizonte, 2017. Disponível em https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/slu/2018/documentos/versao_final_pmgirs-bh_mma.pdf. Acesso em: 22 jan. 2022.

PROTEGEER – Cooperação para a Proteção do Clima na Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos. **Rotas Tecnológicas para RSU – Resíduos Sólidos Urbanos**. Brasília, 2021. Disponível em <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/protegeer/biblioteca/RotasTecnologicasGeraldoReichert29e30.11.21.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2022.

RAO, M. N., SULTANA, R., & KOTA, S. H. **Municipal Solid Waste. Solid and Hazardous Waste Management**. Chapter 2, 3–120. 2017.

RIO BRANCO DO SUL. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. **Plano Diretor Municipal Rio Branco do Sul.** Rio Branco do Sul. 2012.

RIO BRANCO DO SUL. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Destaque**. 2021. Disponível em https://riobrancodosul.pr.gov.br/2021/04/23/prefeita-karime-assina-acordo-de-participacao-no-consorcio-intermunicipal-para-a-gestao-de-residuos-solidos-urbanos/. Acesso em: 01 mai. 2021.

SILVA, C.; BIENARSKI, I. **Planejamento e Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos: Um Estudo de Caso na Região Metropolitana de Belo Horizonte á Luz da PNRS**. Gestão & Regionalidade, Vol. 34, 101. 2018.

UNITED NATIONS. **Paris Agreement**. New York, 2015. Disponível em https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf. Acesso em: 16 jan. 2021.

UNITED NATIONS. **World Population Prospects (The 2017 Revision) – Key Findings & Advance Tables**. New York, 2017.

UNITED NATIONS. **World Population Prospects (The 2019 Revision) – Highlights**. New York, 2019.

WERKA, C.; PINHEIRO MOREIRA, B.; CAMARGO NASCIMENTO, D.; PAZ DEBLE, L. **Educação Ambiental Através do Projeto Reduzir, Reutilizar e Reciclar**. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 6, n. 3, 12 fev. 2020.

WILLIAMS, P. T. **Waste Treatment and Disposal**. 2. Ed. John Wiley & Sons. 2005.

WILSON, D. C. **Development Drivers for Waste Management**. Waste Management & Research, v. 25, n. 3, p. 198-207. 2007.

WORLD BANK. **What a Waste – A Global Review of Solid Waste Management.** Washington, DC. 2012.

WORLD BANK. **What a Waste – A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050.** Washington, DC. 2018.

WORRELL, W. A.; VESILIND, P. A. **Solid Waste Engineering**. 2. ed. Stamford: Cengage Learning. 2011.